BBC

LA PRIMA RIVISTA SCIENTIFICA IN REALTÀ AUMENTATA

SCIENCE WORLD

SCIENZA • TECNOLOGIA • FUTUR

Come uno 007
Tecniche e strumenti per diventare una spia

Vestiti elettrici
Il termoelettrico sarà il materiale del futuro

1 MILIONE DI ANNI FA

L'ITALIA IN EPOCA PREISTORICA

2014 - MENSILE - N°16 - € 3,90

MANIPOLARE LA MEMORIA
Ora la scienza sa come poterlo fare

D&R
- Ci sarà mai la pillola per gli uomini?
- La personalità è genetica?
- Dove avverrà il prossimo terribile disastro naturale?

L'ORMONE DELL'AMORE
L'ossitocina influenza i nostri rapporti sociali

Sprea Editori

SIGMA

unusual

Incredibile definizione, ideale per l'era dell'alta risoluzione.
Rappresenta il nuovo punto di riferimento per gli obiettivi standard di grande apertura.

A Art

50mm F1.4 DG HSM

Custodia e paraluce (LH830-02) inclusi

Scopri le novità su:
sigma-foto.it
sigma-global.com

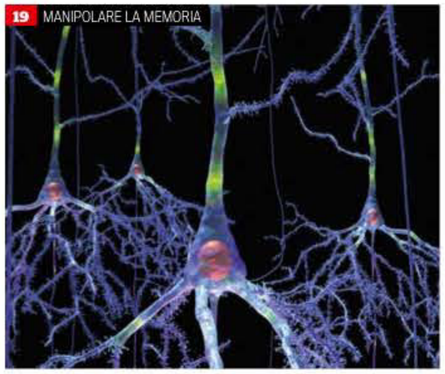
Importato da Mtrading srl - Via Cesare Pavese, 31 - 20090 Opera (Mi) - Tel. 02 57604435 r.a.

SIGMA Mtrading GARANZIA 3 ANNI (2+1 ANNO)

ABBONATI ALLA VERSIONE DIGITALE
SOLO PER PC E MAC
A SOLI 14,90 €
DURATA ABBONAMENTO 1 ANNO
www.myabb.it/digital

1 MILIONE DI ANNI FA IN ITALIA

60



19 MANIPOLARE LA MEMORIA

68 SPIE COME NOI

SCOPRI LA REALTÀ AUMENTATA!
Se riscontrate problemi nell'uso di Science Play, scrivete all'indirizzo: sprea-ar@sprea.it
01 - SCARICA L'APPLICAZIONE SCIENCE PLAY PER IL TUO DISPOSITIVO DA
Disponibile su App Store
DISPONIBILE SU Google play
02 - CERCA, NELLA PARTE ALTA DELLA PAGINA, QUESTO SIMBOLO
03 - INQUADRA LA FOTO CON IL TUO DISPOSITIVO
04 - GODITI LO SPETTACOLO!

DISCOVERIES

05 STAMINALI
Una tecnica innovativa rivoluziona la ricerca e porta più vicini alla medicina "personalizzata"

08 SCIENZA E NATURA
La seppia, con la sua pelle estremamente mimetica, potrebbe ispirare nuove tecnologie

12 IL DIRITTO ALLA VITA
Lo zoo di Copenhagen ha soppresso la giraffa Marius: scelta giustificata o crudele?

13 AMBIENTE
Nubi di sostanze inquinanti visibili dal satellite

FEATURES

19 MANIPOLARE LA MEMORIA
È possibile cancellare i ricordi, impiantarne di falsi o imparare grandi quantità di nozioni in poco tempo?

38 SCIENZA LUNARE
Come si è formato il nostro satellite e come ci aiuterà a risolvere i problemi energetici

41 IL MATERIALE CHE CAMBIERÀ IL MONDO
Il termoelettrico che genera elettricità dal calore

46 IL MERAVIGLIOSO MONDO DEI CRISTALLI
Scopriamo le loro applicazioni pratiche

52 L'ORMONE "SOCIAL"
L'ossitocina può generare tanti e diversi stati d'animo: vediamo quali

60 1 MILIONE DI ANNI FA IN ITALIA
Un viaggio affascinante nel passato lontanissimo dei luoghi che abitiamo

68 SPIE COME NOI
La tecnologia moderna può battere persino quella di James Bond... ed è alla portata di tutti

76 APPROFONDIMENTO
Come furono ideati i primi computer e le loro applicazioni originali

TECH HUB

83 JARVIS
In arrivo l'assistente virtuale che saprà interagire con voi padroneggiando il contesto sociale

85 BILL THOMPSON
In futuro useremo la tecnologia "biometrica", ovvero quella che sfrutterà le caratteristiche fisiche personali, al posto delle password? I pro e i contro

87 IL TEST
Robot domestici che aiutano a svolgere i lavori di casa? Ne abbiamo provati alcuni

LA GUIDA

92 DA VEDERE
Appuntamenti e manifestazioni

94 LIBRI
Le recensioni del mese

Q&A

29 DOMANDE E RISPOSTE
Ogni mese un team di esperti risponde a qualsiasi domanda e curiosità sul mondo della scienza. In questo numero segnaliamo, tra le tante:
- Perché alcune persone hanno paura dei buchi?
- La personalità è genetica?
- Dove potrebbe avvenire il prossimo disastro naturale?

02,16 MEGAPIXEL SCIENZA IN FOTO > **14 BAXTER** > **96 HOLLYWOOD SCIENCE**

ANCHE SU IPAD
SEGUICI SU facebook
www.facebook.com/bbcscienceitalia

Immagini ed Emozioni dal Mondo della Scienza

MegaPixel

Morpheus si è svegliato

Dopo lo spettacolare incidente del 2012, il team che si occupa del lander sperimentale della NASA probabilmente ha sognato di imitare la strategia di un altro Morpheus, quello della serie *Matrix*: ingoiare una pillola blu per dimenticare del tutto l'esperienza. Oggi, però, il prototipo sembra essere rinato a nuova vita, e nel giro di una settimana ha portato a termine con successo ben due voli.

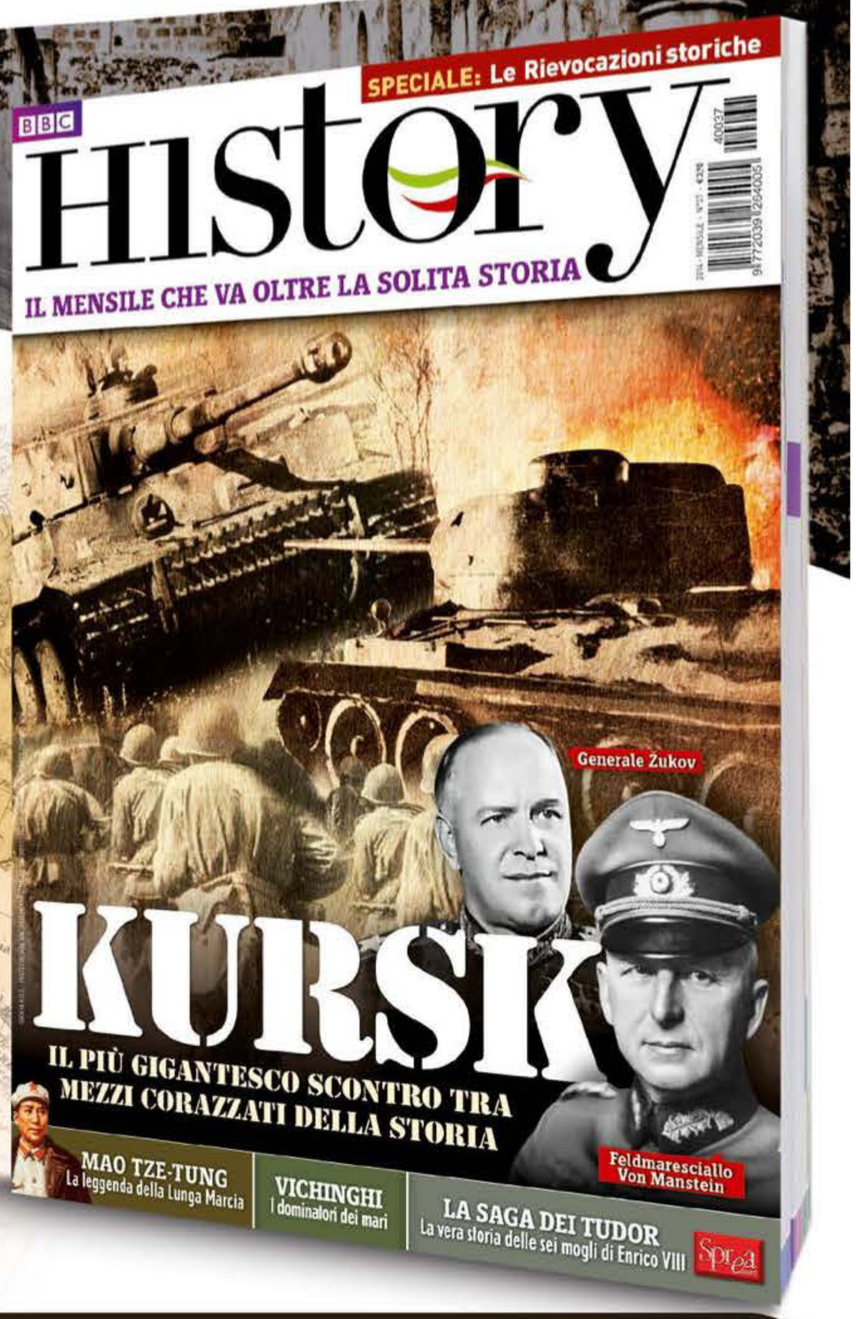
Durante l'ultimo test, il veicolo è rimasto sospeso in aria per 64 secondi, alzandosi da terra fino a un'altezza di 91 metri. Durante la discesa, poi, ha evitato rocce, crateri e altri ostacoli ed è atterrato entro un raggio di 30 centimetri dalla piattaforma di approdo. Morpheus è un lander riutilizzabile spinto da un propulsore a miscela liquida di ossigeno e metano; è in grado di effettuare decolli e atterraggi in verticale e di monitorare la superficie sottostante per individuare potenziali pericoli prima di toccare il suolo. Si spera che, in futuro, sarà in grado di posarsi in autonomia sul terreno accidentato della Luna o di asteroidi.

"Morpheus non era stato pensato per missioni con equipaggio umano, ma viste le tecnologie introdotte, in futuro questo traguardo potrebbe essere raggiungibile", ha svelato il responsabile del progetto, Jon Olansen.

FOTO: NASA

Finalmente in ITALIA
l'autorevole mensile che va
OLTRE LA SOLITA STORIA

Novità
a soli €3,90



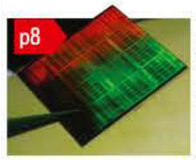
Lo SGUARDO ampio
e autorevole
sui PRINCIPALI
AVVENIMENTI che
hanno contribuito
a SCRIVERE la storia

ANCHE
SU IPAD

La storia ti aspetta ogni mese!

DISCOVERIES

Notizie e opinioni in arrivo dal mondo della scienza



p8 **ECCO I CHIP DI GRAFENE**
Un passo avanti con il materiale che rivoluzionerà l'elettronica

p8 **LA SEPPIA SI NASCONDE**
La misteriosa creatura marina ci svela i segreti del suo mimetismo cromatico

p12 **GIRAFFA DI COPENHAGEN**
Lo zoo danese avrebbe potuto evitare di uccidere questo cucciolo?

IN PRIMO PIANO

UNA NUOVA SCOPERTA RIVOLUZIONA LA RICERCA SULLE STAMINALI

Grazie a una tecnica innovativa, si avvicina il traguardo della medicina personalizzata

Una tecnica rivoluzionaria per la creazione di materiale cellulare in grado di evolvere in qualsiasi tipo di tessuto è stata messa a punto da scienziati giapponesi: la scoperta ha tutto il potenziale per inaugurare una nuova era all'insegna della "medicina su misura". Ricercatori del Centro RIKEN di Biologia Evolutiva hanno scoperto che quasi tutte le cellule mature prelevate da topi adulti sono trasformabili in staminali pluripotenti, preziose in campo medico per la loro capacità di evolvere in qualsiasi tipo di materiale cellulare dell'organismo.
Il processo, denominato STAP (*Stimulus*

Cellule staminali prodotte secondo il nuovo metodo e rese fosforescenti sono visibili in maniera diffusa in questo feto di topo, confermando il proprio carattere pluripotente

Haruko Obokata, pioniera di una tecnica economica e rapida per la produzione di cellule staminali pluripotenti

Triggered Acquisition of Pluripotency, ovvero acquisizione di pluripotenza innescata da stimolo), prevede l'esposizione delle cellule a una dose adeguata di sollecitazioni. Anche se l'esatto meccanismo non è ancora stato chiarito, lo stress cellulare determina la perdita delle caratteristiche specifiche e il passaggio allo stato di pluripotenza. Gli scienziati hanno tentato di stimolare le cellule comprimendole, riscaldandole e sottraendo loro il nutrimento, ma i risultati migliori sono stati ottenuti tramite immersione in una soluzione leggermente acida. "È esaltante pensare ai nuovi orizzonti spalancati da questi risultati, non solo nel campo della medicina rigenerativa ma, probabilmente, anche in quelli della ricerca sull'invecchiamento cellulare e sui tumori", ha dichiarato la direttrice dello studio, Haruko Obokata.

Cellule staminali pluripotenti erano già state ottenute con altri metodi. Le cosiddette Staminali Embrionali (ESC) possono essere prelevate da materiale derivante da fecondazione artificiale in laboratorio. Questa tecnica, tuttavia, è eticamente controversa in quanto implica la distruzione di embrioni umani. Cellule staminali pluripotenti indotte (iPS), invece, sono state ottenute nel 2007 da un'équipe di ricercatori giapponesi diretta da Shinya Yamanaka, manipolando geneticamente cellule adulte (agli autori di questa ricerca è poi stato assegnato un Premio Nobel). La tecnica recentemente sviluppata, tuttavia, offre il vantaggio di essere molto più semplice: per creare nuove cellule, occorre soltanto mezz'ora.

Allo scopo di confermare la pluripotenza del materiale cellulare ottenuto per sollecitazione, e dunque la sua capacità di trasformarsi in altri tessuti, i ricercatori hanno "taggato" alcune cellule con un colorante fluorescente, prima di iniettarle in un embrione di topo. Le cellule "luminose" si sono diffuse in vari punti dell'organismo dell'animale in crescita, dimostrandosi così pluripotenti. I topi sono stati poi fatti riprodurre e hanno generato prole sana.

La fase successiva consisterà nell'estendere il processo ad altri mammiferi e infine agli umani. Se la nuova tecnica avrà successo, effettuando una semplice biopsia cutanea o prelevando un campione ematico i clinici saranno in grado di disporre di staminali specifiche per ciascun paziente. Al termine del processo, le staminali così create potranno essere utilizzate per trattare qualsiasi patologia, dalle lesioni midollari alla calvizie, per creare tessuto da utilizzare per innesti cutanei, o addirittura per coltivare interi organi trapiantabili.

"Ora ci concentreremo sullo studio degli esatti meccanismi coinvolti in questa tecnica", ha concluso la Obokata.

ANALISI

Chris Mason

Titolare della Cattedra di Bioprocessi di Medicina Rigenerativa all'UCL di Londra

"L'approccio adottato da Obokata con i topi da laboratorio è il metodo più semplice, economico e rapido per generare staminali pluripotenti a partire da cellule mature. Se dovesse funzionare anche negli umani, questa tecnica rivoluzionaria consentirebbe finalmente di applicare molteplici terapie cellulari utilizzando, come materiale di base, cellule del paziente stesso: avremmo così inaugurato l'era della medicina personalizzata. Per potenziali applicazioni cliniche, le STAP, o cellule ad acquisizione di pluripotenza innescata da stimolo, non sostituiranno però immediatamente le iPS, le staminali pluripotenti indotte scoperte nel 2007, le quali, infatti, a loro volta non avevano rimpiazzato da un giorno all'altro le cellule staminali embrionali umane prelevate per la prima volta nel 1998. Ogni nuovo ritrovato deve completare, come quelli che l'hanno preceduto, un lungo percorso di sperimentazioni cliniche e scientifiche.

È vero però che il grande volume di conoscenze che si è via via accumulato finisce per accelerare il progresso delle ultime scoperte, consentendo alle tecnologie più recenti di raggiungere con maggior rapidità la fase clinica. Per esempio, sono occorsi ben 12 anni per sperimentare negli umani le prime staminali embrionali, e solo sei anni per condurre invece le prime prove con cellule iPS umane. Poiché le tre tecniche di produzione di staminali sostanzialmente si sovrappongono, è verosimile che le scoperte fatte finora consentiranno di abbreviare i tempi di sviluppo delle STAP. Tuttavia, passeranno ancora molti anni prima di poter utilizzare le nuove cellule nella pratica clinica quotidiana."

CHE NE PENSI?

La nuova tecnica consentirà di ricorrere in tempi brevi a terapie rigenerative personalizzate? Scriveteci su facebook.com/bbcscienceitalia

CRONOLOGIA

Gli enormi progressi fatti dalla ricerca sulle cellule staminali in appena un secolo

1908
Il biologo russo Alexander Maximow conia il termine "cellula staminale", prevedendo l'esistenza di cellule in grado di differenziarsi in qualsiasi cellula specializzata.

1978
Gregor Prindull e colleghi scoprono, in campioni ematici cordonali, le staminali ematopoietiche, in grado di differenziarsi in tutte le tipologie di cellule ematiche dell'organismo.

1998
Un'équipe diretta da James Thomson dell'Università del Wisconsin-Madison preleva da materiale embrionale umano staminali pluripotenti, in grado di trasformarsi in qualsiasi tipo di cellula.

2005
Ricercatori dell'Università di Kingston e di quella dell'Illinois individuano, esaminando sangue cordonale, staminali pluripotenti (foto).

2007
Kazutoshi Takahashi e Shinya Yamanaka dell'Università di Tokyo, e altri ricercatori del laboratorio di James Thomson, riescono a trasformare cellule muscolari umane in staminali pluripotenti.

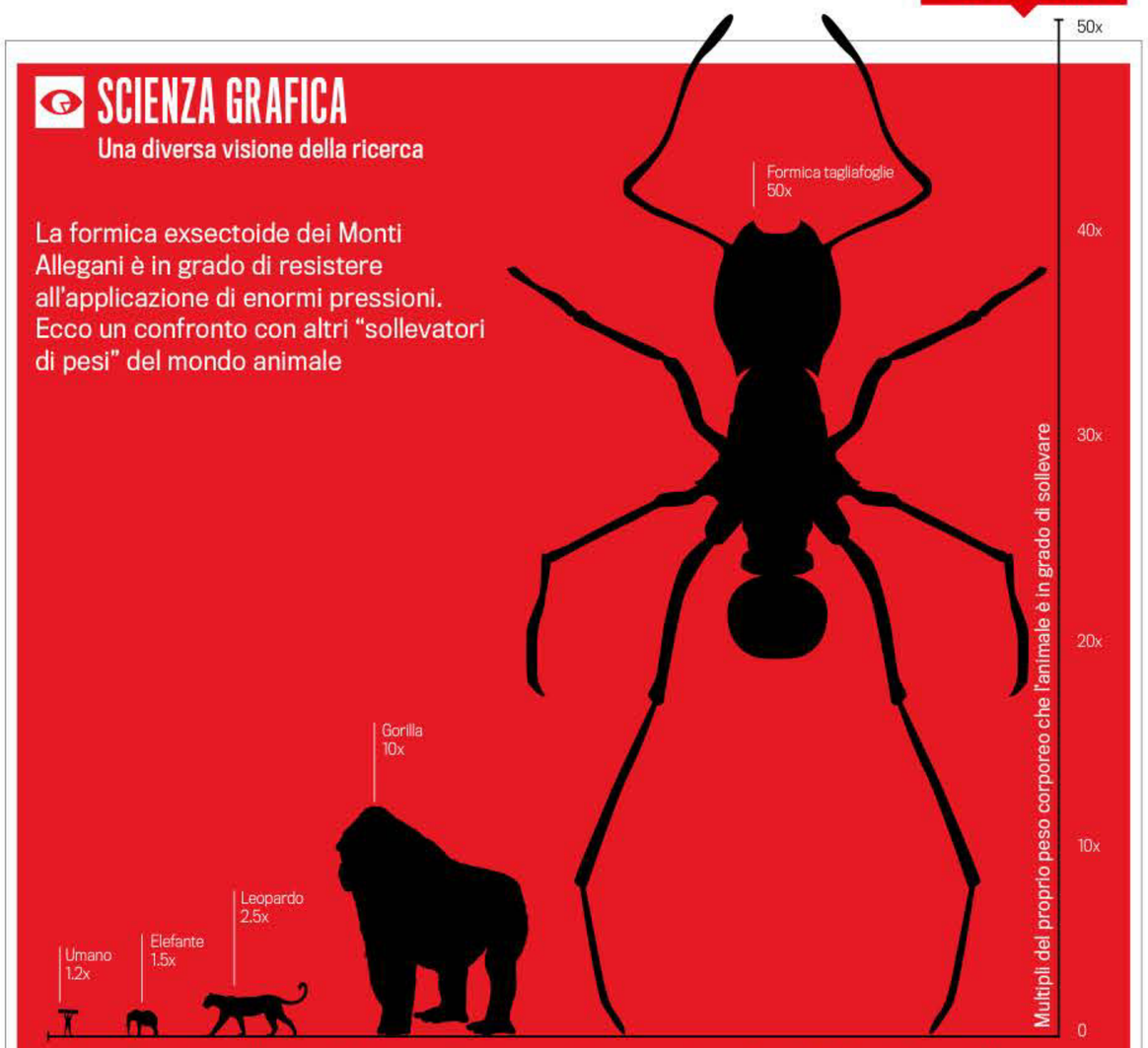
2013
L'équipe di Will Shu dell'Università Heriot-Watt mette a punto una stampante 3D in grado di creare cellule staminali pluripotenti.

FOTO: GETTY, SCIENCE PHOTO LIBRARY

SCIENZA GRAFICA

Una diversa visione della ricerca

La formica exsectoide dei Monti Allegani è in grado di resistere all'applicazione di enormi pressioni. Ecco un confronto con altri "sollevatori di pesi" del mondo animale



La forza di questi animali non è mai stata quantificata con esattezza: queste sono le attuali stime più verosimili

Biologia

Il collo delle formiche, miracolo di ingegneria

SE SI PARLA di sollevamento pesi, è noto che il primato appartiene alle formiche, vere e proprie "culturiste" del regno animale. I ricercatori hanno scoperto ulteriori dettagli: l'articolazione del collo di una comune formica scavatrice è in grado di resistere a forze pari a 5mila volte il peso dell'insetto.

Ingegneri dell'Ohio State University hanno esaminato il collo di una formica nidificatrice degli Allegani, una scavatrice non particolarmente nota per le doti di sollevamento pesi. Hanno posto alcuni esemplari in un refrigeratore per anestetizzarli, prima di fissarli a una centrifuga e misurare la forza alla quale erano in grado di resistere: la frattura del collo si è verificata a forze pari a 3.400-5mila volte il peso corporeo degli insetti.

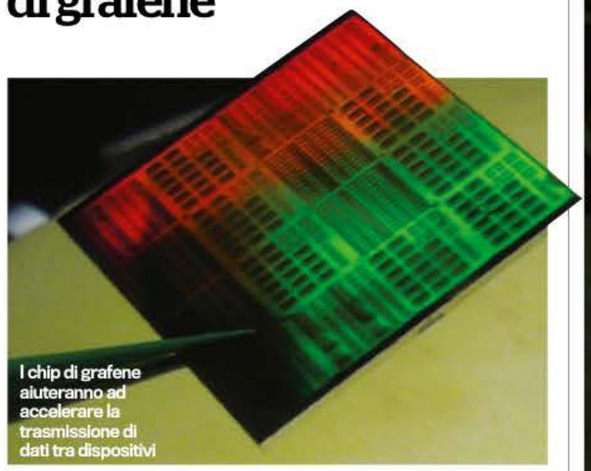
Le immagini al microscopio elettronico rivelano che ogni settore dell'articolazione che unisce il capo al torace ha una consistenza diversa. "Altri insetti sono invece microstrutturalmente simili, e per questo pensiamo che le formiche riescano a regolare la composizione della giunzione tra tessuto molle ed esoscheletro rigido, per ridurre al minimo le sollecitazioni e migliorare la funzionalità meccanica. È possibile che, così facendo, creino attriti o supporto reciproco tra organi in movimento", ha detto il ricercatore Carlos Castro. L'équipe sta studiando le possibili applicazioni in campo robotico delle scoperte sulle articolazioni delle formiche per riprodurre l'attitudine al sollevamento pesi di questi insetti.

Ingrandimento della microstruttura del collo di una formica

FOTO: THE OHIO STATE UNIVERSITY

Informatica

Arrivano finalmente i chip di grafene



I chip di grafene aiuteranno ad accelerare la trasmissione di dati tra dispositivi

FOTO: SHU-JEN HAN/IBM, BRIAN GRATWICKE/FLICKR, LYDIA MATHGER/MARINE BIOLOGICAL LABORATORY

IL WI-FI SUPERVELOCE potrebbe presto essere disponibile in tutte le case: i ricercatori di IBM sono infatti riusciti a creare il primo chip radiotrasmettitore perfettamente funzionante, utilizzando il "miracoloso" materiale noto come grafene.

Considerate le sue straordinarie proprietà elettriche, ottiche, meccaniche e termiche, il grafene è meno costoso e più efficiente in termini energetici del silicio, attualmente utilizzato per realizzare microcomponenti per computer. Inoltre, i chip realizzati con questo materiale potrebbero consentire a dispositivi quali smartphone o tablet di trasmettere dati a velocità notevolmente superiori. Il grafene consiste in un monostrato di atomi di carbonio organizzati in una struttura a nido d'ape, ed è anche estremamente fragile. Per ovviare a questo problema, i ricercatori hanno invertito il normale processo costruttivo e piazzato gli elementi metallici sul chip prima di aggiungere il grafene: il trasmettitore che ne risulta si è rivelato 10mila volte più veloce rispetto a precedenti tentativi effettuati con microcomponenti in grafene. "Per la prima volta, abbiamo dimostrato che i dispositivi e i circuiti in grafene sono in grado di garantire funzioni tipiche della moderna comunicazione wireless in maniera comparabile alla tecnologia al silicio", ha detto Supratik Guha, Direttore di Scienze Fisiche al Centro Ricerche IBM Thomas J. Watson di New York.

Scienza dei materiali

Seppia, imitatrice imitata

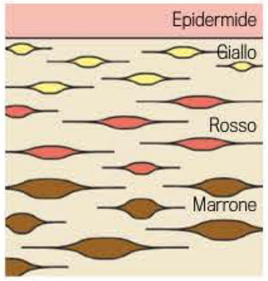
La seppia, con la sua pelle straordinariamente mimetica, potrebbe ispirare nuove tecnologie per applicazioni militari e industriali

QUAL È LA CREATURA MARINA che sa giocare meglio a nascondino? Sicuramente la seppia: questo mollusco cefalopode è in grado di cambiare il colore, il motivo e la consistenza del suo strato cutaneo, confondendosi con qualsiasi ambiente circostante e diventando praticamente invisibile per i predatori. Oggi, un'équipe di ricercatori dell'Università di Harvard ha contribuito a far luce sul mistero di questo animale maestro dei travestimenti: i risultati ottenuti potrebbero rivelarsi preziosi per il potenziamento delle dotazioni mimetiche militari.

Il derma della seppia è disseminato di cellule pigmentarie sottoposte a controllo neurale, dette cromatofori, che consentono al mollusco di cambiare il proprio aspetto in risposta a stimoli visivi. In precedenza, si riteneva che queste agissero come semplici filtri cromatici, ma gli scienziati hanno scoperto che il meccanismo è molto più complesso. Oltre ai cromatofori, l'epidermide della seppia comprende altri due strati di minuscoli organelli ottici che favoriscono il mimetismo: si tratta di diffusori luminosi detti leucofori e di cellule ad alto indice di rifrazione, gli iridofori. Questa disposizione a strati consente alla pelle della seppia di assorbire o riflettere in maniera selettiva luce di colori diversi, cambiando di conseguenza aspetto.

"È compito dell'uomo ora decodificare i meccanismi del mimetismo adattivo, tecnica di cui la natura ci ha fornito nel tempo ottimi esempi, per sviluppare un sistema economico e rapido, idoneo alla produzione in serie", ha detto Kevin Kit Parker, membro del team. "Da sempre, l'uomo sogna di poter disporre di un 'abito invisibile': sapremo replicare la genialità dimostrata dalla natura?"

Oltre che per applicazioni mimetiche in campo militare, i risultati ottenuti dall'équipe potrebbero essere utilizzati per la produzione di vernici, cosmetici ed elettronica di consumo.



La pelle della seppia, in grado di cambiare colore, è composta da molteplici strati

ESPERTI IN 1 MINUTO
Magnetosfera

Ha forse a che fare con Magneto, il personaggio nemico degli X-men?
Sì e no. È il gigantesco campo magnetico generato da particelle caricate nel nucleo fuso terrestre.

Qual è la sua funzione?
Oltre a produrre le spettacolari aurore polari e fornire una guida per la navigazione ad animali migratori quali uccelli e tartarughe marine, ci protegge dal bombardamento di radiazioni elettromagnetiche proveniente dai venti solari.

C'è altro da sapere?
Il campo magnetico si è indebolito del 15 per cento negli ultimi 200 anni: per alcuni scienziati, è un indizio dell'imminente inversione dei poli terrestri.

Quindi il nord diventerà sud e viceversa?
Più o meno è così. Le bussole indicherebbero il sud invece del nord, ma non avrebbe molto senso rinominare gli emisferi.

Bisogna preoccuparsi?
No. È già accaduto molte volte in passato e non esiste alcuna prova fossile di estinzioni di specie causate da questo fenomeno. E per completare il processo di inversione dei poli magnetici terrestri occorrono diverse migliaia di anni.

Prova la tua rivista anche in digitale

HANNO FATTO... COSA?

Alcuni polli sono stati dotati di finte code da dinosauro

Che cosa hanno fatto?
Ricercatori dell'Università di Chicago hanno fissato con chiusure Velcro "code di dinosauri", costruite con bastoncini di legno e argilla, al fondoschiena di pulcini neonati. Le code venivano sostituite ogni cinque giorni, mano a mano che i piccoli crescevano: in tal modo, si è garantito che corrispondessero sempre al 15 per cento del peso corporeo degli uccelli, rispettando le proporzioni indicative tra coda e corpo del Tirannosauro (*T. rex*).

Perché lo hanno fatto?
Nonostante decenni di studi sui fossili, gli scienziati non sono ancora certi dell'esatto meccanismo della deambulazione di dinosauri bipedi.

Che cosa hanno scoperto?
I pulcini dotati di coda da sauro hanno sviluppato zampe con femori più marcatamente orientati in senso verticale e tibie maggiormente orientate in senso orizzontale rispetto alla norma.

FOTO: JAMIE YANG/ICECUBE COLLABORATION, WASHINGTON UNIVERSITY ST LOUIS, THINKSTOCK

IDEE DA BREVETTARE

Invenzioni e scoperte che cambieranno il mondo di james Lloyd

Brutta giornata? Ti consola Apple

OGGI VI SENTITE giù di corda? O al contrario, decisamente allegri? Apple ha depositato una domanda di brevetto che consentirà agli utenti di visitare contenuti web "su misura" per il proprio umore.

Il brevetto descrive le varie modalità secondo le quali il sistema sarà in grado di riconoscere il nostro stato d'animo: potrebbe utilizzare sensori per misurare la frequenza cardiaca e la pressione sanguigna, oppure una videocamera per riconoscere le espressioni facciali. Altri indizi potrebbero essere il tono di voce, i "mi piace" e altri commenti espressi sui social network, e perfino la pressione applicata sugli schermi tattili dei nostri dispositivi.

Una volta stabilito di che umore è l'utente, il sistema inizia a trasmettere contenuti idonei. Non vengono forniti dettagli su che cosa esattamente sarà inviato, ma scommetteremmo sull'abbondanza di foto di teneri gattini per addolcire i nostri lunedì mattina...

Domanda di brevetto n°: US 20140025620

Marketing predittivo

PROPRIO COME una vecchia zia a Natale, Amazon potrebbe presto cominciare a spedirci regali non richiesti. Un recente brevetto rivela che il colosso dello shopping sta valutando la tecnica delle "spedizioni preventive" per velocizzare i suoi tempi di consegna. Amazon analizzerà dunque la nostra attività su Internet per prevedere ciò che acquisteremo di lì a poco, e poi invierà gli articoli in questione a un deposito locale. Gli oggetti prevedibilmente desiderati, dunque, non arriveranno direttamente a casa senza essere stati ordinati, ma aspetteranno nelle vicinanze, per raggiungerci subito quando decideremo finalmente di cliccare sul pulsante "Acquista".

Brevetto n°: US 8.615.473

Occhi bionici 3D

SAPEVAMO GIÀ che le stampanti 3D sono in grado di realizzare armi e capi di abbigliamento: oggi, possiamo aggiungere alla lista anche occhi artificiali. Grazie a un brevetto depositato dalla Metropolitan University di Manchester, infatti, i pazienti potranno presto ordinare protesi oculari tridimensionali a basso costo. Un'immagine esatta delle iridi del paziente verrà stampata sulla protesi utilizzando materiale fotografico di riferimento. Creando gli occhi artificiali in lotti numericamente importanti, invece che manualmente uno a uno, è possibile produrre 150 protesi all'ora, riducendone il costo da circa 3mila sterline (3.600 euro) ad appena 100 (120 euro).

Brevetto n°: GB2504665

FOTO: JOHNS HOPKINS UNIVERSITY, THINKSTOCK X2, AALTO UNIVERSITY

Zoologia

Un grande balzo per una salamandra...

Si è da poco scoperto che la salamandra grigia (Desmognato dei Monti) compie grandi salti con uno stile unico

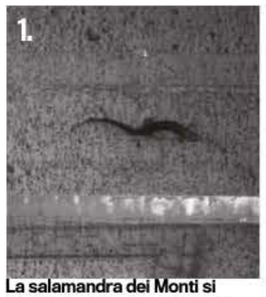
SE DOVESSIMO FARE un elenco degli animali più dotati per il salto, certo non penseremmo alla salamandra. Invece, alcuni ricercatori hanno osservato i piccoli anfibi esibirsi in straordinari balzi che farebbero l'invidia di rane e canguri.

Il movimento, battezzato "salto con torsione dell'anca", è stato scoperto dal ricercatore dell'Università dell'Arizona del Nord Anthony Hessel, e consente a una particolare specie, il Desmognato dei Monti (*Desmognathus ochrophaeus*), di coprire in un'unica mossa distanze pari a 10 volte la sua lunghezza corporea.

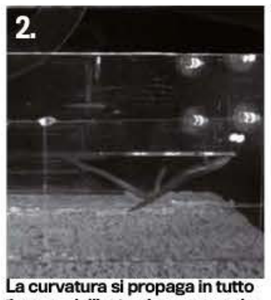
Tanta efficienza meccanica ha impressionato gli ingegneri. "È un salto particolarissimo e unico al mondo", spiega Hessel. "Non avevamo mai osservato questa tecnica di elevazione verticale negli animali: una creatura che, da una posizione aderente al suolo, riesce ad alzarsi in aria senza darsi alcuna spinta in appoggio a terra".

Il segreto è che, appunto, non sono le zampe della salamandra a fornire la propulsione verso l'alto, come accade per gran parte degli animali. Invece, questo piccolo anfibio ripiega il suo corpo lungo e snello formando una "C", e poi propaga la curvatura ottenuta per tutto il torso, creando un'improvvisa onda di energia elastica.

"La salamandra dei Monti trasferisce energia dal torace al terreno applicando questa tecnica molto speciale", dice Hessel. La scoperta potrebbe rivelarsi preziosa anche nel campo della costruzione protesica, aiutando a emulare il movimento nei piedi artificiali.



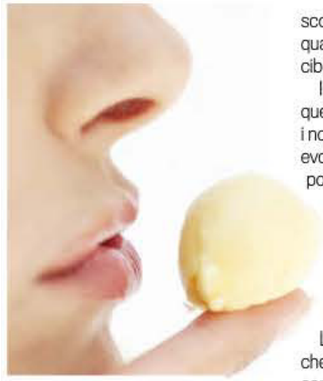
La salamandra dei Monti si prepara a saltare, formando una sorta di "C"



La curvatura si propaga in tutto il corpo dell'animale, generando energia elastica che spinge l'anfibio a saltare

Biologia

I cibi grassi si riconoscono... a naso



L'uomo mostra un talento sorprendente nel rilevare con l'olfatto i grassi contenuti in cibi quali il burro

CHI DESIDERA PERDERE qualche chilo, oltre a contare le calorie, dovrebbe andare a naso? Scienziati del Centro di Chimica Sensoriale di Philadelphia hanno scoperto che, per rilevare la quantità di grassi contenuti nei cibi, ci affidiamo all'odorato.

I ricercatori hanno attribuito questa capacità al fatto che, per i nostri antenati, sarebbe stato evolutivamente vantaggioso poter riconoscere negli alimenti i lipidi, le sostanze nutritive più caloricamente dense.

"L'olfatto è una 'guida' molto più efficiente di quanto pensiamo", ha detto uno dei direttori della ricerca, Johan Lundström. "La scoperta che siamo in grado di rilevare il contenuto lipidico degli alimenti e valutarne variazioni anche minime suggerisce che questa facoltà abbia avuto grande importanza dal punto di vista evolutivo". Ora si spera che queste ricerche condurranno a nuove tecniche per sfruttare l'odorato allo scopo di rendere più gustosi i cibi a basso contenuto di grassi.

Psicologia

Scoperta la "nonna" delle stelle

Dall'aspetto non si direbbe, ma questa stella, battezzata SM0313, è la più antica mai osservata dall'uomo

TRA I MILIARDI STELLE createsi dal Big Bang in poi, ricercatori della Australian National University (ANU) hanno trovato il proverbiale ago nel pagliaio, scoprendo la più antica mai osservata. Il corpo celeste, battezzato SM0313, ha 13,6 miliardi di anni e si è dunque formato appena 200 milioni di anni dall'inizio dell'espansione dell'Universo. La stella è stata individuata tra 60 milioni di sue simili, fotografate dal telescopio dell'università, SkyMapper, situato nel Nuovo Galles del Sud. Si trova a una distanza di circa 6mila anni luce dalla Terra e, dunque, abbondantemente all'interno della Via Lattea.

Le stelle antiche contengono piccole quantità di ferro, una caratteristica che ha aiutato gli scienziati a rilevarle. "Osservazioni fortuite come questa sono state possibili grazie al telescopio SkyMapper, che ha la capacità unica di individuare stelle a basso contenuto di ferro studiandone la colorazione", ha detto Mike Bessell della ANU.

MONDO DIGITALE

Novità dal mondo dei siti internet, blog e podcast

A CACCIA DI DISCHI STELLARI

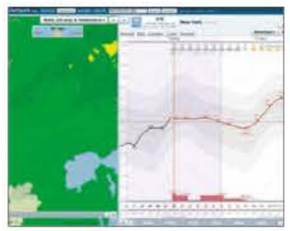
www.diskdetective.org

Gli astronomi stanno esplorando in lungo e in largo la galassia alla ricerca di stelle che potrebbero ospitare dischi protoplanetari come quello che ha dato origine al nostro Sistema Solare, oltre quattro miliardi di anni fa. Serve però l'aiuto di tutti: dopo aver visionato questi brevi videoclip forniti dalla missione WISE della NASA, anche noi profani saremo pronti a iniziare il lavoro di classificazione.

UN MONDO DI STATISTICHE

www.worldofstatistics.org/category/a-world-without-statistics

Vi siete mai chiesti come cambierebbe la nostra vita se non esistessero le statistiche? Prima di tutto, non saremmo in grado di capire chi ha vinto le elezioni, e non potremmo prendere l'ascensore invece di salire le scale per andare in ufficio ogni mattina. Il perché è spiegato in questo blog, che illustra la scienza della statistica utilizzando immagini animate.



A TUTTO METEO

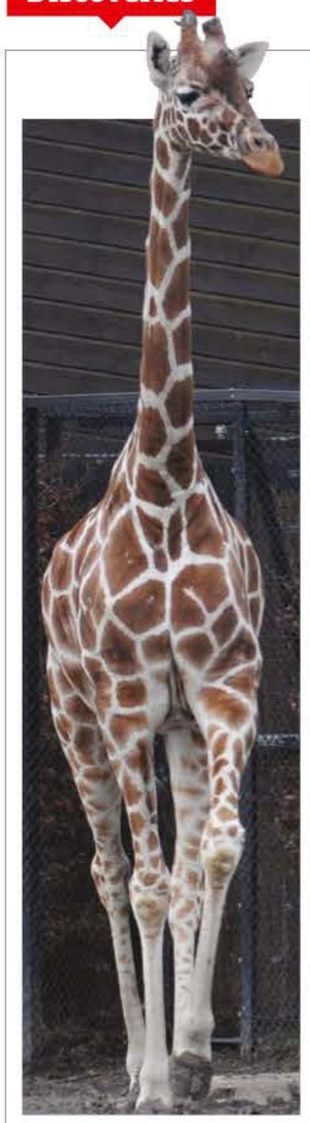
http://weatherspark.com

Un sito dedicato a tutti gli appassionati di meteorologia: il segreto è non farsi scoraggiare dalla quantità di dettagli forniti, e proseguire nell'esame delle pagine per scoprire moltissimi dati interessanti. È possibile non soltanto ottenere un rendiconto orario delle condizioni osservate in oltre 4mila stazioni meteo, ma anche studiarle una a una storicamente, e risalire così alle temperature medie e ad altre informazioni, da oggi fino al 1973.

VACCINAZIONI CONTRO LE EPIDEMIE

www.cfr.org/interactives/GH_Vaccine_Map/#/intro

Snobbare i vaccini disponibili per la prevenzione delle malattie non è sicuramente una buona idea: questo sito mostra graficamente il perché. La mappa interattiva evidenzia infatti i focolai epidemici di tutto il mondo, evitabili grazie a idonee vaccinazioni (anche se i dati forniti, la cui fonte sono le agenzie di stampa, hanno valore puramente indicativo). Il sito dipinge un quadro impressionante, ma di grande interesse.



TEMA CALDO

Conservazione faunistica

Lo zoo di Copenhagen aveva il diritto di uccidere la giraffa Marius?

Un'ondata di proteste internazionali si è sollevata dopo l'uccisione di Marius, una giraffa maschio di 18 mesi perfettamente in salute, perché il suo patrimonio genetico è risultato troppo simile a quello di altri sette esemplari ospitati nella stessa struttura. Dopo aver abbattuto l'animale con un colpo di pistola, i veterinari lo hanno sezionato e dato in pasto ai leoni del parco, di fronte a una folla di visitatori.

"Le giraffe dello zoo di Copenhagen fanno parte di un programma di controllo riproduttivo internazionale, il cui scopo è garantire una popolazione sana in tutti i parchi zoologici europei", ha detto il direttore scientifico Bengt Holst, a difesa del comportamento del suo centro. "Per ottenere questo risultato, bisogna garantire che la riproduzione avvenga soltanto tra giraffe non consanguinee, evitando così ibridazioni. Se i geni di un animale sono abbondantemente rappresentati all'interno di una popolazione, allora non è desiderabile che quell'esemplare si riproduca".

Holst ha aggiunto che somministrare contraccettivi alla giraffa per evitare di abbatterla, come hanno suggerito alcune voci critiche, avrebbe determinato numerosi effetti avversi a carico dei suoi organi interni e ne avrebbe ridotto la qualità della vita.

Anche l'offerta dello Yorkshire Wildlife Park di ospitare l'esemplare è stata rifiutata: lo zoo di Copenhagen ha risposto di non poter trasferire la giraffa in un'altra struttura per rispetto delle regole imposte dall'Associazione Zoo e Acquari Europei (EAZA), che vietano il commercio di animali.

La stessa EAZA ha dato ragione allo zoo, dichiarando di "sostenere pienamente la decisione di mettere fine senza sofferenza all'esistenza dell'animale. Il nostro scopo è salvaguardare le future generazioni, assicurando la diversità genetica per garantire una popolazione sana ed evitando così il rischio di estinzione".

L'associazione per la difesa dei diritti degli animali PETA (*People for the Ethical Treatment of Animals*) ha invece condannato la condotta dello zoo e, più in generale, ha criticato la scelta di far riprodurre gli animali in cattività. "Le politiche riproduttive non hanno alcun fine conservazionista, perché le giraffe e altri animali nati negli zoo soltanto raramente, per non dire mai, vengono riportati nel loro ambiente naturale. Far nascere cuccioli in queste condizioni serve soltanto a creare 'eventi' di forte impatto per il pubblico", ha detto Dan Howe di PETA. "La morte di Marius dovrebbe risvegliare le coscienze di tutti coloro che ancora si illudono che gli zoo abbiano altre funzioni, oltre a quella di imprigionare creature intelligenti a scopo di lucro".

NOTIZIE IN BREVE

I tatuaggi forniscono indizi sulla personalità

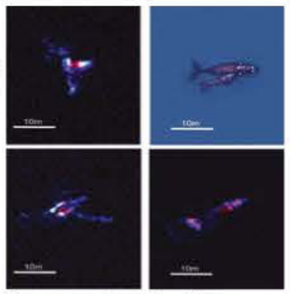
Una volta tipici di marinai ed ergastolani, oggi i tatuaggi sono sfoggiati un po' da tutti. Uno studio sostiene che potrebbero ancora segnalare le personalità più originali, indipendenti e disposte ad accettare le sfide. Intervistando studenti della Midwestern University, i ricercatori hanno scoperto che quelli tatuati erano significativamente più predisposti all'uso di alcol e marijuana e a comportamenti sessuali a rischio.

La grande bellezza della matematica

La matematica è attraente, secondo i ricercatori britannici che hanno chiesto a 15 matematici di ordinare alcune equazioni su una scala da -5 (brutta) a +5 (bellissima), scansionando nel frattempo il loro cervello. Più un'equazione era giudicata "bella", maggiore era l'attività nella corteccia orbitofrontale mediale, l'area che si "accende" quando ascoltiamo una sinfonia o ammiriamo un'opera d'arte.

Balene dallo Spazio

La conta delle balene effettuata dallo Spazio potrebbe rivoluzionare le attuali tecniche di monitoraggio e tracciamento di questi mammiferi. Utilizzando immagini ad alta risoluzione fornite dal satellite WorldView-2, infatti, uno studio pilota ha individuato, con una precisione pari al 90 per cento, balene franche australi al largo delle coste argentine. Si spera che la tecnica rappresenterà uno strumento più sicuro, flessibile ed economico rispetto alla conta dei cetacei effettuata da navi e aerei.

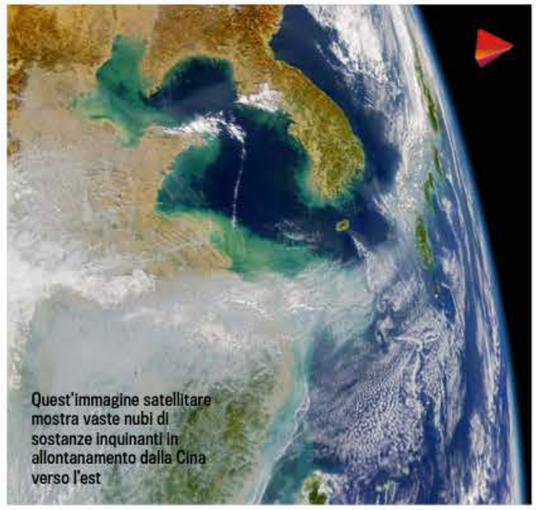


Un recente studio svolto in Argentina ha dimostrato che le migrazioni delle balene possono essere monitorate dai satelliti

FOTO: GETTY; BRITISH ANTARCTIC SURVEY

Ambiente

L'inquinamento globale parte dalla Cina



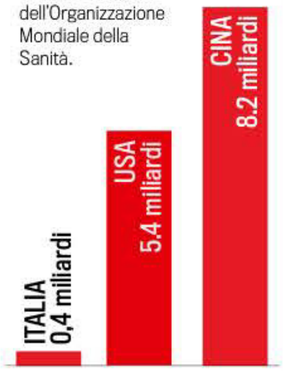
Quest'immagine satellitare mostra vaste nubi di sostanze inquinanti in allontanamento dalla Cina verso l'est

Spesso si cita la teoria del caos secondo la quale un battito di ali di farfalla in Cina potrebbe scatenare un uragano negli Stati Uniti: oggi si è scoperto che i fenomeni atmosferici mondiali sarebbero sì influenzati dalla Cina, a partire però non da insetti multicolori, ma dai pesanti livelli di inquinamento di questa parte dell'Asia.

Utilizzando modelli climatici e dati raccolti negli ultimi 30 anni sugli aerosol atmosferici (fini particelle di liquido sospese in un gas), ricercatori dell'Università A&M del Texas hanno scoperto che l'inquinamento che staziona al di sopra del continente asiatico (in gran parte attribuibile proprio alla Cina) ha un impatto sui flussi aerei globali.

"I modelli mostrano chiaramente che le contaminazioni che hanno origine in Asia hanno effetti sugli strati superiori dell'atmosfera, incrementando la potenza di tempeste e cicloni", spiega Renyi Zhang. "L'inquinamento altera la formazione di nubi, le precipitazioni, l'intensità dei fenomeni e altri fattori, con un pesante impatto cumulativo sul clima. È probabile che le correnti provenienti dall'Asia abbiano importanti conseguenze sui pattern meteorologici del Nord America".

Il boom dell'economia cinese, verificatosi negli ultimi 30 anni, ha portato alla costruzione di innumerevoli stabilimenti e centrali energetiche, che "pompano" nell'ambiente enormi quantità di inquinanti. I livelli di contaminazione dell'aria in alcune grandi città, tra le quali Pechino, spesso superano di oltre 100 volte i limiti tollerabili secondo le norme dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.



Totale emissioni di CO_2 in tonnellate metriche
Dati Banca Mondiale 2010

Biochimica

Antigelo naturale dai merluzzi

OLTRE A ESSERE sfruttato in cucina, il merluzzo è in grado di sopravvivere nelle acque gelide del Mar Glaciale Artico senza congelarsi. Gli scienziati hanno di recente messo a frutto il particolare talento di questo pesce per inventare una nuova tecnica di congelamento delle unità di sangue umano utilizzate nelle emergenze mediche.

Ricercatori dell'Università di Warwick hanno infatti scoperto che, addizionando al materiale ematico conservato una piccola quantità di alcol polivinilico, un componente dei collanti per legno, è possibile replicare l'effetto antigelo riscontrato nel sangue del merluzzo. Il principio applicato è l'inibizione della formazione di cristalli di ghiaccio durante lo scongelamento, che danneggerebbero le cellule ematiche.

"Benché siano necessari ulteriori test, il metodo appare già molto promettente perché in grado di prolungare considerevolmente la conservabilità del sangue utilizzato a scopi terapeutici, limitando così i rischi connessi all'indisponibilità fisiologica in certi periodi dell'anno", ha spiegato Matthew Gibson.

L'antigelo naturale contenuto nel sangue del merluzzo potrebbe rivelarsi prezioso anche in campo medico

Egittologia

Gli archeologi scoprono la tomba di un antico faraone

Lo scheletro di Woseribre Senebkay, il cui sepolcro è stato scoperto lo scorso gennaio

GLI ARCHEOLOGI HANNO RIPORTATO alla luce la tomba di un faraone egizio, finora sconosciuto, che risale a 3.600 anni fa, fornendo così prove concrete dell'esistenza di una dinastia reale caduta nel più completo oblio.

Lo scorso gennaio, un sarcofago del peso di 60 tonnellate è stato rinvenuto all'interno di una camera sepolcrale reale nella città santa di Abido, 482 km a sud del Cairo, da un team di studiosi americani diretto da Joseph Wegner dell'Università della Pennsylvania.

Il sepolcro era già stato razziato da antichi saccheggiatori che avevano violato i resti mummificati e asportato gran parte delle decorazioni dorate. Tuttavia, gli archeologi sono riusciti a recuperare lo scheletro e ad attribuirlo a Woseribre Senebkay, un faraone che regnò nel XVII secolo a.C. Ulteriori analisi sembrano indicare che il sovrano era alto circa 1 metro e 77 centimetri e che morì all'età di 45-50 anni.

"È emozionante aver ritrovato non soltanto la tomba di un faraone finora ignoto, ma anche la necropoli di un'intera dinastia dimenticata", ha detto Wegner. "Gli scavi nelle tombe reali della Dinastia di Abido consentiranno di far luce sulla storia politica e sociale di un periodo importantissimo ma ancora poco studiato".

NEL FUTURO CON

STEPHEN BAXTER

In futuro potremmo disporre di stazioni spaziali simili a Elysium: che cosa ne faremo?

La cerimonia di assegnazione degli Oscar si è svolta da poco, ma non ha premiato uno dei film più visionari del 2013: *Elysium*, dal nome della ruota orbitante sede di una stazione spaziale. Opera bellissima, forse penalizzata, a detta degli appassionati di fantascienza, dai toni dark della trama.

La stazione Elysium si ispira allo Stanford Torus, ipotesi di habitat spaziale elaborata dal centro ricerche Ames della NASA e dall'Università di Stanford nel 1976. I progettisti, però, avevano immaginato una cittadella celeste democratica, abitata da coloni dediti a coltivazioni e attività produttive, e alla raccolta di energia solare da inviare sulla Terra come fonte energetica pulita che avrebbe risolto i problemi ambientali. Queste stazioni, dunque, sarebbero state basi dalle quali avviare il processo di colonizzazione umana permanente. Nel film, invece, Elysium non ha nulla di utopistico: è una roccaforte orbitante, che sfrutta il lavoro di schiavi sulla Terra, fondata sullo strapotere delle corporazioni e sulla divisione in caste. Una certa negatività, tuttavia, ha sempre caratterizzato i progetti relativi a stazioni spaziali.

Scienziati come Konstantin Tsiolkovsky e John Desmond Bernal avevano sviluppato concetti di colonie extraterrestri già all'inizio del XX secolo, ma i primi piani dettagliati sono attribuibili a un austriaco, l'ingegnere e militare in congedo Herman Potočnik, che li pubblicò nel 1928. Stazioni spaziali rotanti come Elysium, che realizzano in maniera naturale forza di gravità artificiale, devono avere geometrie incurvate: possono essere ciambelle come nel film, oppure cilindri o sfere. La struttura ideata da Potočnik era una ruota del diametro di 50 metri, alimentata da energia solare concentrata da specchi speciali. Aveva fini scientifici, ma anche bellici: gli astronauti avrebbero svolto compiti di vigilanza, ricorrendo probabilmente agli specchi spaziali come armamenti.

"Nel film, Elysium non ha nulla di utopistico: è una roccaforte orbitante, che sfrutta il lavoro di schiavi sulla Terra, fondata sullo strapotere delle corporazioni"

Gli studi di Potočnik vennero ripresi dopo la Seconda guerra mondiale da diverse organizzazioni, tra cui l'illustre Società Interplanetaria Britannica, ispirando tra gli altri uno dei suoi membri, l'autore di fantascienza Arthur C. Clarke.

In epoca post-bellica, la ruota spaziale più famosa venne progettata da Wernher von Braun, già creatore dei razzi V2 per la Germania nazista, e poi costruttore della navicella Apollo per gli Stati Uniti. Nel 1952, von Braun pubblicò sulla popolare rivista *Collier's* un prospetto dettagliato riguardante un programma spaziale americano che comprendeva progetti di stazioni orbitanti. Grazie al suo lavoro, le "ciambelle" spaziali diventarono immagini iconiche, protagoniste di una varietà di opere cinematografiche che vanno da *2001: Odissea nello Spazio* a *Doctor Who*, fino a *Star Trek: Deep Space Nine*. Come Potočnik, però, anche von Braun suggerì scopi militari per la sua stazione, che doveva fungere da avamposto di sorveglianza e piattaforma armata: "Se si disponesse di una tale risorsa, nessun luogo sulla Terra sarebbe al sicuro... Chi dovesse costruire la stazione acquisirebbe il più importante vantaggio tattico e strategico della storia militare".

Il paradiso orbitante raccontato dal film *Elysium* è ancora un sogno irrealizzato

Negli anni Settanta e Ottanta, vennero messe in orbita le prime vere stazioni spaziali: Skylab, le Salyut, la Mir e infine, la Stazione Spaziale Internazionale erano assemblaggi di moduli, angusti e privi di forza di gravità, che però hanno consentito all'uomo di trascorrere lunghi periodi nello Spazio. Da allora, le ristrettezze economiche hanno costretto la NASA a rivedere tutti i programmi relativi a missioni esplorative umane. Il vuoto potrebbe essere riempito da imprenditori privati, ma i passeggeri dei primi veicoli spaziali lanciati da Virgin e Space-X saranno ricchi turisti, e non pionieri visionari: forse, nello Spazio verranno costruiti hotel orbitanti su piattaforme simili a Elysium, invece di colonie con industrie e aziende agricole. D'altra parte, però, pare ormai scongiurato il rischio dell'incubo militare prospettato da von Braun (anche se alcuni esperimenti bellici sono stati effettivamente eseguiti, per esempio, dalle stazioni Salyut sovietiche).

Lo Spazio attende ancora, custodendo le risorse rappresentate dagli asteroidi e dall'energia solare individuate da Tsiolkovsky e Bernal ormai un secolo fa. Forse, un giorno l'antico sogno di costruire isole nello spazio verrà realizzato.

STEPHEN BAXTER è un autore di romanzi di fantascienza. Ha ideato la serie *Northland* e la sua ultima fatica è *Proxima*, pubblicato nel 2013

ILLUSTRAZIONE: MAGICTORCH

AGILE, VELOCE, POTENTE.
L'ANTIVIRUS DEL FUTURO. OGGI.

ESET NOD32
ANTIVIRUS

ESET E FUTURE TIME PRESENTANO LA NUOVA GENERAZIONE NELLA DIFESA ANTIVIRUS E ANTISPYWARE
CHE ASSICURA LA MIGLIORE PROTEZIONE ANCHE DA TROJAN, WORM, DIALER, ROOTKIT E PHISHING.
INOLTRE CON LA SUITE ESET SMART SECURITY I VOSTRI SISTEMI SONO PROTETTI ANCHE DA UN MODULO FIREWALL E ANTISPAM.
LEGGEREZZA E PRESTAZIONI SENZA CONFRONTO PER LA TECNOLOGIA PROATTIVA CHE INDIVIDUA OGGI I VIRUS DI DOMANI.
PROVALO GRATIS PER 30 GIORNI SCARICANDOLO DA WWW.NOD32.IT

© 2011 ESET. All rights reserved. Trademarks used herein are trademarks or registered trademarks of ESET.

DIVENTA RIVENDITORE DI NOD32
AREA RIVENDITORI: WWW.NOD32.IT/PARTNERS

FUTURE TIME tecnologie antivirus

DISTRIBUTORE ESCLUSIVO PER L'ITALIA: FUTURE TIME S.R.L. - ROMA
PER QUALSIASI INFORMAZIONE VISITA IL NOSTRO SITO WEB WWW.NOD32.IT

MegaPixel

Cavalletta o cavallo?

Queste bizzarre creature, che sembrano essersi messe in posa davanti all'obiettivo, sarebbero personaggi perfetti per un cartone animato. Spesso vengono chiamate falsi insetti stecco, ma sono in realtà ortotteri comunemente noti come "cavalletta testa di cavallo".

Se non ci si soffermasse sui bulbi oculari pronunciati, sarebbe facile scambiarli per rametti: il loro curioso aspetto è in effetti un tentativo di mimetizzarsi con la vegetazione della foresta pluviale peruviana. "Anche in altre parti del mondo, alcune cavallette autoctone hanno corpo allungato e testa inclinata, senza però arrivare a questi estremi", dice George McGavin, entomologo e presentatore televisivo. "Le femmine possono raggiungere una lunghezza di 16 centimetri e coprire distanze ragguardevoli con un salto".

Neurobiologi dell'Università di Leicester hanno infatti scoperto che queste cavallette, il cui nome scientifico è *Pseudoproscopia scabra*, saltano senza sfruttare la muscolatura, grazie alla particolare conformazione degli arti e delle articolazioni. In futuro, questi studi potrebbero essere preziosi per nuovi sviluppi nel campo della robotica e della progettazione protesica.

FOTO: CATERS

* Promozione valida dal 24/03/14 al 15/06/14
solo presso i Rivenditori Specializzati aderenti. Prezzi non vincolanti, IVA inclusa.

Cerca il Rivenditore Specializzato più vicino su www.stihl.it

STIHL® VIKING®

GIARDINAGGIO DA PROFESSIONISTI.

MANIPOLARE LA MEMORIA

E se potessimo cancellare un momento doloroso dal nostro passato, o innestarvi il ricordo di un'esperienza mai avvenuta nella realtà, o ancora rammentare senza sforzo tutte le nozioni che ci servono per superare brillantemente un esame? Ecco come la scienza ci fornirà a breve gli strumenti per manipolare la memoria

Chi non ha mai desiderato di avere più memoria, per ricordare con facilità nomi, date e volti, o ottenere voti più alti agli esami? Chi non ha pensato a quanto sarebbe bello poter dimenticare una relazione sbagliata, come i personaggi del film di Michel Gondry, vincitore di un premio Oscar, *Se mi lasci ti cancello*? E chi non ha invidiato Douglas Quaid, il personaggio interpretato da Arnold Schwarzenegger in un cult della fantascienza, *Atto di Forza (Total Recall)*, che riesce a viaggiare in tutto il Sistema Solare grazie a falsi ricordi impiantati direttamente nella mente? Presto, queste fantasie potrebbero diventare strategie terapeutiche: gli scienziati hanno compiuto grandi passi avanti nel campo delle funzioni cognitive, e a breve termine potrebbero riuscire a cancellare, abbellire e perfino creare ricordi. "La memoria è un aspetto fondamentale della cognizione", dice David Vauzour, ricercatore senior dell'Università dell'East Anglia. "Con essa intendiamo sia ciò che rammentiamo, sia la nostra capacità di farlo: alcuni ricordi vengono conservati per un breve periodo di tempo e poi eliminati, mentre quelli più importanti rimangono immagazzinati nel cervello per poi essere rievocati al bisogno. Questo processo di apprendimento di nuove informazioni, di conservazione e di recupero richiede una complessa interazione tra funzioni cerebrali".

È proprio questo intricato sistema di diramazioni nervose e processi chimici che occorre esplorare per poter far luce sulle modalità di salvataggio e richiamo dei dati adottate dal cervello umano, e immaginare come sarebbe possibile manipolare quelle informazioni.

Quanti di noi vorrebbero poter eliminare qualcuno dalla memoria, come i protagonisti di *Se mi lasci ti cancello*?

"Riteniamo di poter selezionare ricordi-bersaglio associati all'uso di droghe (e speriamo, in futuro, anche a esperienze traumatiche)"

Courtney Miller dell'Istituto di Ricerca Scripps di San Diego, in California

Nel film *Atto di Forza* la manipolazione della memoria rivela oscuri segreti nel passato di Arnold Schwarzenegger

FOTO: THE KOBAL COLLECTION X2; SCIENCE PHOTO LIBRARY; SCRIPPS RESEARCH INSTITUTE

CANCELLARE I RICORDI

PER MOLTI, farlo pone un problema etico. Le esperienze che conserviamo nella mente possono essere fonte di grande piacere, ma anche di grande sofferenza: pensiamo per esempio a chi è affetto da disturbo post-traumatico da stress (DPTS) o da tossicodipendenze. In queste circostanze, potrebbe essere utile "ripulire" la memoria. Chi soffre di DPTS, infatti, rivive continuamente i ricordi traumatici; e nei casi di dipendenza da sostanze, nella mente si crea un cortocircuito tra determinate abitudini e la sensazione di "sballo" già provata, che innesca il desiderio irrefrenabile di ripetere l'esperienza. Eliminando o depotenziando ricordi specifici, si potrebbero prevenire le emozioni traumatiche e i comportamenti pericolosi.

SABOTAGGIO

Come si potrebbe, all'atto pratico, operare questa cancellazione? "I ricercatori utilizzano un modello in tre fasi per descrivere il processo di apprendimento e formazione dei ricordi: acquisizione, consolidamento e recupero. Basta interferire con uno solo di questi passaggi per sabotare la memoria", spiega Vauzour.

Uno studio che prende di mira la fase di immagazzinamento è la "manipolazione intrasoggettiva" condotta da Marijn Kroes e colleghi della Raboud University di Nimega, nei Paesi Bassi. Periodicamente, i ricordi vengono riscritti, o riconsolidati, all'interno del cervello, secondo un processo analogo alla deframmentazione di un disco rigido. La terapia elettroconvulsivante (TEC), però, sembra impedire la riscrittura dei ricordi o alterarne il processo di riconsolidamento. Nello studio condotto dall'équipe di ricercatori nel 2013, e pubblicato dalla rivista *Nature Neuroscience*, ai partecipanti, trattati con TEC per sindromi depressive, è stato proposto un racconto dai contenuti perturbanti, sia sotto forma verbale che per immagini. A distanza di una settimana, agli stessi soggetti è stato ricordato quel racconto prima dell'esecuzione della TEC, osservando poi che l'elettroshock aveva come effetto la completa rimozione del ricordo della narrazione ansiogena.

Effetti simili sono stati ottenuti adottando un approccio di tipo chimico, come è dimostrato da uno studio del 2013 diretto da Courtney Miller dell'Istituto di Ricerca Scripps di San Diego, in California. La Miller ha tentato

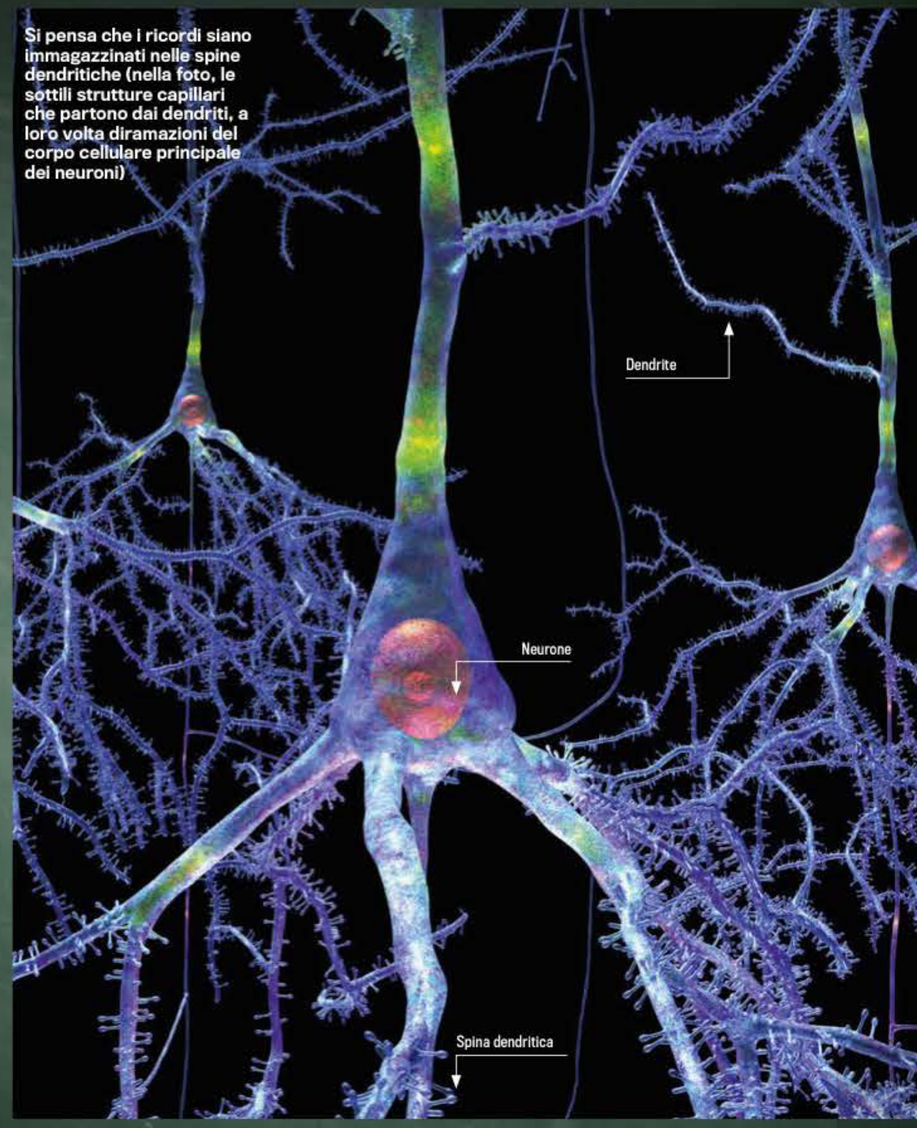
Courtney Miller sfrutta le ultime scoperte nel campo delle scienze cognitive per curare le tossicodipendenze

di curare soggetti dipendenti da metamfetamine eliminando i ricordi legati all'abuso di droga.

"I neuroni sono collegati l'uno all'altro attraverso piccole protrusioni chiamate spine dendritiche; è all'interno di esse che si ritiene vengano fisicamente incamerati i ricordi", spiega la dottoressa. "Queste strutture sono sostenute da uno scheletro costituito da singoli gruppi di actina, una proteina che agevola la creazione della memoria supportando le connessioni neuronali che consentono la formazione dei ricordi. Le unità actiniche si combinano tra loro, formando lunghe catene che espandono le spine dendritiche, e immagazzinano i ricordi, stabilizzando collegamenti specifici tra neuroni. Nel normale processo di produzione di memoria, il ciclo actinico naturale è estremamente lento: un'unità si stacca dalla parte superiore della catena, mentre un'altra si fissa alla parte inferiore. Se, invece, la memoria si forma sotto l'effetto delle metamfetamine, le unità di actina si muovono molto rapidamente. Abbiamo così tentato di sfruttare questo fenomeno somministrando ad alcune cavie una categoria di farmaci (Latrunculina A) che attirano le unità di actina per impedire loro di fissarsi alle lunghe catene proteiche. I gruppi actinici continuano a staccarsi dall'alto, senza però ricongiungersi alla catena in basso: la struttura così si sfalda, determinando la perdita dei dati salvati nella memoria metamfetaminica.

"Questo risultato è particolarmente interessante perché gli inibitori sembrano funzionare in maniera incredibilmente selettiva, in base al tipo di memoria. Riteniamo dunque di poter selezionare ricordi-bersaglio associati all'uso di droghe (e speriamo, in futuro, anche a esperienze traumatiche), perché il cervello utilizza un meccanismo diverso per preservarli".

Una ricerca recentissima, pubblicata da *Cell* nel gennaio 2014, rivela che farmaci noti come inibitori delle deacetilasi istoniche (HDACI) potenziano la capacità cerebrale di sostituire in maniera permanente vecchi ricordi traumatici con altri recenti. Nella prima fase dello studio preclinico,



Si pensa che i ricordi siano immagazzinati nelle spine dendritiche (nella foto, le sottili strutture capillari che partono dai dendriti, a loro volta diramazioni del corpo cellulare principale dei neuroni)

diretto da Li-Huei Tsai del MIT, il Massachusetts Institute of Technology, ad alcuni topi veniva fatto ascoltare un segnale acustico prima di sottoporli a uno shock elettrico. Una volta appresa l'associazione tra i due eventi, i topi cominciavano a irrigidirsi per lo spavento non appena udivano il segnale, anche senza poi ricevere alcuna scossa. I ricercatori hanno quindi proposto ripetutamente il segnale acustico senza somministrare scosse, per verificare se i topi erano in grado di dissociare i due eventi smettendo di irrigidirsi in risposta al suono: questo risultato è stato effettivamente ottenuto per topi esposti all'associazione suono/shock dal giorno prima, ma non per topi il cui ricordo traumatico si era formato ormai da un mese. Quando, però, ai topi "resistenti" sono stati somministrati HDACI prima dell'esercizio di dissociazione, anch'essi hanno smesso di irrigidirsi quando sentivano il suono.

IL GENE TET1

Indagando più a fondo, i ricercatori del MIT hanno scoperto un gene essenziale per la cosiddetta "estinzione della memoria", chiamato TET1.

I risultati, pubblicati da Neuron nel 2013, mostrano che potenziando l'attività di TET1 si possono curare pazienti affetti da disturbo post-traumatico da stress, facilitando la sostituzione di ricordi angoscianti con altri positivi.

I ricercatori hanno educato due gruppi di topi a temere una gabbia sottoponendoli a elettroshock mentre si trovavano al suo interno.

I topi sono poi stati collocati in una gabbia senza somministrare scosse elettriche: gli animali con il gene TET1 inibito in questo caso non temevano la gabbia, perché il ricordo angoscioso era stato sostituito da quello nuovo, che non contemplava scosse elettriche.

Li-Huei Tsai del MIT, il Massachusetts Institute of Technology, ha dimostrato che è possibile inibire le funzioni mnemoniche nei topi utilizzando un particolare farmaco

FOTO: GETTY; XU LIU/STEVE RAMIREZ/SUSUMU TONEGAWA/MIT ILLUSTRATION: CHRISSTOCKERDESIGN.CO.UK

IMPIANTARE I RICORDI

IN UN FILM DI GRANDE successo con Leonardo Di Caprio, *Inception*, criminali professionisti sfruttano una tecnologia sperimentale di origine militare per innestare idee e ricordi nella mente delle vittime, durante il sonno. La trama può sembrare poco credibile, ma in realtà i falsi ricordi sono molto più comuni di quanto pensiamo: e non occorre addormentarsi come nel film, queste illusioni possono trarci in inganno anche da svegli. Le conseguenze talvolta sono molto serie: pensiamo al caso dei processi, durante i quali i giudici attribuiscono un grande valore alla credibilità dei testimoni oculari.

La memoria può giocare brutti scherzi a chiunque, anche a chi, solitamente, ricorda con precisione i minimi dettagli: è stato dimostrato in maniera sperimentale nel 2013, nel corso di uno studio condotto da Lawrence Patihis dell'Università della California, a Irvine. Lo scienziato ha messo a confronto 20 soggetti con doti superiori di memoria autobiografica (la capacità di ricordare sia esperienze personali che fatti e nozioni di carattere generale) con altri 38 individui utilizzati come gruppo di controllo. Ci si aspettava che i soggetti appartenenti al primo gruppo fossero immuni da distorsioni mnemoniche, ma l'esperimento ha provato l'esatto contrario. Nell'arco di due settimane, sono stati somministrati ai partecipanti al test esercizi pensati per misurare la tendenza dei soggetti a creare false esperienze: per ogni esercizio, la distorsione dei ricordi è risultata evidente in entrambi in gruppi e con la medesima

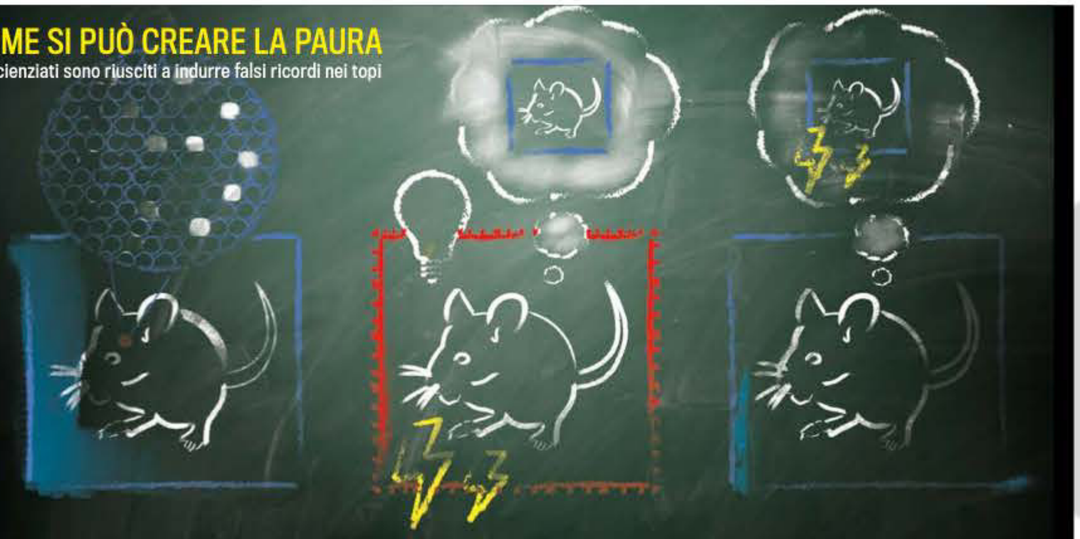
Una regione dell'ippocampo di un topo si illumina grazie all'espressione di una proteina, la Channelrodopsina 2 (ChrR2); questa tecnica è stata utilizzata per innestare nel cervello un ricordo angoscioso

"Scoprendo i percorsi di attivazione associati alla formazione di ricordi, saremo in grado di creare qualsiasi tipo di memoria"

Wendy Suzuki del Laboratorio Suzuki per lo Studio dell'Apprendimento, della Memoria e della Cognizione di New York

COME SI PUÒ CREARE LA PAURA

Gli scienziati sono riusciti a indurre falsi ricordi nei topi



1. Un topo è stato collocato in un primo ambiente (scatola blu) e sono stati contrassegnati i suoi neuroni cerebrali responsabili della memorizzazione dei dati spaziali. Queste cellule sono state quindi rese fotosensibili.

2. Il topo è stato poi spostato in un altro ambiente (scatola rossa) e il suo cervello è stato sottoposto a stimolazione luminosa per attivare le cellule marcate; il topo ha così richiamato il ricordo della prima scatola. Successivamente, gli è stata somministrata una scossa elettrica.

3. Il topo, ricollocato nel primo ambiente, ha mostrato di provare paura: si è dunque formato un falso ricordo legato alla scatola blu, dove invece non si era mai verificato uno shock elettrico.

"La salute fisica, la condizione emotiva, i livelli di stress e le abitudini alimentari sono tutti fattori molto importanti ai fini delle facoltà di apprendimento"

David Vauzour, ricercatore senior dell'Università dell'East Anglia

Per Wendy Suzuki, la ricerca sull'innesto di memoria è ancora allo stadio embrionale

frequenza. Per esempio, quando è stata sottoposta ai partecipanti una lista di termini che comprendeva le parole "filo", "spillo" e "sferruzzare", anche individui mnemonicamente superdotati hanno poi dichiarato di "ricordare" la parola "ago", che invece non compariva.

FATTORE PAURA

Di recente, Susumu Tonegawa, vincitore di un premio Nobel per la medicina, è riuscito a impiantare con successo ricordi di esperienze paurose nei topi. Il biologo giapponese e la sua équipe hanno ingegnerizzato geneticamente alcuni animali per ottenere l'espressione della proteina Channelrodopsina 2 (ChrR2) in neuroni associati alla formazione della memoria e alla sua conservazione all'interno dell'ippocampo.

Una caratteristica interessante di questa proteina è la sua fotosensibilità e capacità di attivarsi in seguito a stimolazione luminosa. Nell'esperimento effettuato, i topi venivano collocati in un contenitore protetto, e l'elemento neurobiologico costituito da neuroni della memoria, noto come engramma, provvedeva a creare un ricordo di quel contenitore. Le cavie venivano poi sistemate in un'altra scatola, sottoponendo i neuroni della memoria a stimoli luminosi e attivando così il ricordo della prima. Contemporaneamente, veniva somministrato ai topi uno shock elettrico. Una volta ricollocati nel primo contenitore, gli animali si irrigidivano per la paura, perché associavano la scossa elettrica a quell'ambiente, benché questa fosse stata somministrata loro nel secondo: i ricercatori erano dunque riusciti a impiantare il ricordo della paura.

"Fondamentalmente, hanno ingannato il cervello, inducendolo a creare ricordi", dice Wendy Suzuki del Laboratorio Suzuki per lo Studio dell'Apprendimento, della Memoria e della Cognizione di New York.

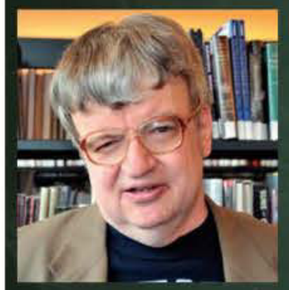
È dunque possibile creare false memorie di qualsiasi tipo? "Al momento, abbiamo accesso soltanto a specifiche tipologie di ricordi sintetizzabili: tutto dipende dal percorso di attivazione che riusciamo a imitare", spiega Suzuki.

"In teoria, però, scoprendo le vie di attivazione associate alla formazione di ricordi diversi, saremo in grado di creare memoria senza alcuna limitazione. Siamo soltanto all'inizio, ma il potenziale di queste sperimentazioni è enorme".

FOTO: REX, UNIVERSITY OF ALBERTA, THINKSTOCK, GETTY, TED ORLANDO/FLICKR

MIGLIORARE LA MEMORIA

KIM PEEK, il "megasavant" (supersapiente dalla memoria prodigiosa) che ha ispirato il film *Rain Man*, vincitore di quattro Oscar, era in grado di ricordare quasi tutto ciò che leggeva. Poteva addirittura scorrere due pagine simultaneamente, memorizzandone le informazioni. Visti gli ultimi progressi nel campo della ricerca cognitiva, un giorno potremmo essere tutti come lui? Questo traguardo è ancora molto lontano, ma nel frattempo, possiamo ricorrere a diverse tecniche efficaci per migliorare le nostre capacità mnemoniche.



Il "megasavant" Kim Peek era in grado di memorizzare tutto ciò che leggeva

"La salute fisica, la condizione emotiva, i livelli di stress e le abitudini alimentari sono tutti fattori molto importanti ai fini delle facoltà di apprendimento e memorizzazione", spiega Vauzour. Uno studio condotto da ricercatori dell'Università dell'Alabama, a Birmingham, pubblicato dal *Journal of Neurology* nel 2013, suggerisce che la dieta mediterranea, basata su pesce, verdure e pollo, e ricca di acidi grassi omega-3, abbia effetti positivi sulle funzioni cognitive. Dati raccolti nell'arco di quattro anni e relativi a 17.478 partecipanti alla ricerca hanno indicato che coloro che seguivano in maniera più rigorosa questo regime alimentare ottenevano prestazioni superiori nei test sulla memoria.

In un altro studio, diretto da Yves Sauvé dell'Università di Alberta, è stato dimostrato che il consumo di livelli elevati di omega-3 può potenziare gli scambi neuronali alla base della costruzione della memoria.

Le evidenze suggeriscono che anche il movimento è fondamentale: una ricerca condotta da Sandra Chapman dell'Università del Texas, a Dallas, nel 2013 ha evidenziato che l'esercizio aerobico migliora le funzioni cognitive, mantenendo costante e abbondante l'irrorazione sanguigna dell'ippocampo. C'è però chi è troppo pigro per indossare le scarpe da ginnastica e cominciare a correre, e preferirebbe ingoiare una pillola che aiuti a migliorare la memoria: alcuni studenti, nel tentativo di restare vigili e lucidi e di ricordare più informazioni in previsione degli esami, assumono i cosiddetti "farmaci dell'intelligenza" (Modafinil, Ritalin e Adderall), spesso reperibili sul "mercato nero".

Si tratta, tuttavia, di sostanze prescrivibili per curare altre patologie, per esempio la narcolessia e il Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività, o ADHD, e dunque, l'effetto a lungo termine dell'uso di questi farmaci da parte di soggetti sani non è noto e presenta potenziali rischi.

Oltretutto, non è affatto certo che aiutino a ricordare: anche se possono dare l'impressione di un miglioramento temporaneo, uno studio controllato con placebo diretto da Irena Ilieva dell'Università della Pennsylvania non ha dimostrato alcuna variazione positiva nelle prestazioni di giovani adulti che utilizzavano Adderall rispetto al gruppo di controllo che assumeva un placebo. Per migliorare la memoria, dunque, per ora non esistono scorciatoie… ■

NICOLA DAVIES è una psicobiologa e scrittrice

Scrivete a: biologo@bbcscience.it

Cibo per i neuroni: consumare grandi quantità di omega-3, contenuti per esempio nelle cozze, aiuta la memoria

Yves Sauvé ha dimostrato che gli acidi grassi omega-3 potenziano gli scambi neuronali alla base della formazione di ricordi

L'esercizio fisico aiuta a migliorare le doti mnemoniche e non ha i rischi che comporta invece assumere farmaci

NEUROSCIENZE

CHE COS'È LA MEMORIA?

Negli umani, i ricordi di una vita sono conservati in reti costituite da miliardi di neuroni, disseminati in diverse aree cerebrali

CORTECCIA ENTORINALE

È l'area che presiede al consolidamento dei ricordi, e in particolare della memoria spaziale. Mette in comunicazione l'ippocampo, dove la memoria si forma, con la neocorteccia, che gestisce la percezione sensoriale. Nel 1953, Henry Gustav Molaison perse la capacità di salvare nuovi ricordi dopo che il chirurgo William Scoville, nel tentativo di guarirlo dall'epilessia, gli aveva rimosso quasi integralmente l'ippocampo. Un esame micrometrico della parte di cervello asportata chirurgicamente, effettuato di recente, ha confermato il coinvolgimento delle aree interessate dalle funzioni mnemoniche. I risultati, pubblicati sulla rivista *Nature Communications* nel gennaio 2014 da Jacopo Annese e colleghi dell'Università della California, dimostrano che un residuo della regione posteriore dell'ippocampo era stato effettivamente preservato; tuttavia, data la separazione dalla corteccia entorinale, sia l'apprendimento che la memoria risultavano compromessi.

SINAPSI

Inviano segnali alle spine dendritiche, piccole protrusioni membranose che si dipartono dai dendriti posti alle estremità dei neuroni. È in queste spine che si ritiene vengano conservati i ricordi.

Simon Rumpel e Kaja Moczulska dell'Istituto di Patologia Molecolare di Vienna hanno utilizzato una tecnica chiamata "imaging bi-fotonico in vivo" per esaminare l'architettura delle sinapsi (le giunzioni che consentono ai neuroni di comunicare e scambiarsi segnali elettrici). Osservando il funzionamento di queste strutture durante l'apprendimento e la memorizzazione nei topi, hanno scoperto che i processi cognitivi creano nuove connessioni sinaptiche.

ILLUSTRAZIONE: CHRISSTOCKERDESIGN.CO.UK

AMIGDALA

Sono in realtà due strutture, a forma di noce: grappoli di neuroni che gestiscono le emozioni e in particolare la paura. Nel 2013, uno studio diretto da Haohong Li e Mario Penzo, pubblicato da *Nature Neuroscience*, ha individuato l'area specifica dell'amigdala centrale, chiamata suddivisione laterale, che codifica il ricordo della paura.

CORTECCIA CEREBRALE

I ricordi vengono immagazzinati in reti complesse, ospitate principalmente dalla corteccia cerebrale, lo strato neuronale più esterno del cervello. La memoria a lungo termine si divide in due grandi categorie: quella dichiarativa o esplicita e quella procedurale o implicita. La prima richiede uno sforzo cosciente per riportare a galla i ricordi, mentre la seconda fa riferimento a competenze e abitudini acquisite.

IPPOCAMPO

Questa regione cerebrale a forma di cavalluccio marino è fondamentale sia per la percezione spaziale sia per la memoria. I mammiferi possiedono due ippocampi, uno per emisfero. "I ricordi a lungo termine generalmente vengono formati da una pluralità di meccanismi, a seconda del tipo di memoria interessato", spiega Michael Yassa dell'Università della California. "Esistono evidenze a sostegno dell'ipotesi che la memoria a lungo termine relativa a fatti ed eventi sia inizialmente ospitata proprio dall'ippocampo, anche se, in un secondo tempo, gran parte dei ricordi sussistono come una sorta di rappresentazione diffusa in tutto il cervello. Questo processo rafforza probabilmente la comunicazione tra neuroni".

NON LASCIARTI SFUGGIRE
LA GRANDE RACCOLTA

GLI ESPERTI RISPONDONO

D&R

GLI AUTORI

SUSAN BLACKMORE
Susan è *visiting professor* presso l'Università di Plymouth. Tra i suoi libri ricordiamo *La Macchina dei Meme*

ALASTAIR GUNN
Alastair è un radio astronomo presso il *Jodrell Bank Centre for Astrophysics* dell'Università di Manchester

ROBERT MATTHEWS
Fisico e divulgatore scientifico, Robert collabora con l'Università di Aston come *visiting reader* di discipline scientifiche

GARETH MITCHELL
Ingegnere delle telecomunicazioni, Gareth è attualmente autore e conduttore di *Digital Planet*, presso la *BBC World Service*

LUIS VILLAZON
Luis ha due lauree, in informatica e in zoologia, a Oxford. Tra le sue pubblicazioni, *How cows reach the ground*

INVIATE I VOSTRI QUESITI A domanderisposte@bbcscience.it
BBC Science Italia Q&A, Via Torino 51, 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)

D Perché alcune persone hanno paura dei buchi?

R VIENE CHIAMATA TRIPOFOBIA e non si riferisce al terrore dei tombini aperti o delle grotte. Piuttosto, indica la repulsione che alcuni provano quando guardano ammassi asimmetrici di piccoli buchi o macchie scure su qualsiasi materiale: pelle, legno o pianta che sia. Se non vi sembra così impressionante, provate a cercare "tripofobia" su Google. Vedrete immagini reali, o modificate con Photoshop, di persone con miriadi di butteri sul viso o sulle mani. Alcuni sono semplicemente fori scuri, altri potrebbero essere uova o larve. I tripofobici gravi sono anche impressionati da cose molto più innocue, come le bolle presenti in alcuni prodotti dolciari.
Il termine tripofobia è stato coniato solo nel 2005, e non se ne conoscono ancora le cause. Una teoria sostiene che potrebbe trattarsi di un comportamento che abbiamo sviluppato per tenerci alla larga dalle persone afflitte da parassiti. Un altro studio presso l'Università dell'Essex, pubblicato nel 2013, ha scoperto che i pattern "a grappoli" che tendono a scatenare reazioni tripofobiche sono presenti anche su alcuni animali molto pericolosi, come le macchie sui polpi dagli anelli blu.

Potremmo avere sviluppato la paura dei buchi per evitare specie mortali come il polpo dagli anelli blu

FOTO: GARY BELL/OCEANWIDEIMAGES.COM

In Numeri

29,6

carati (1 carato = 200 mg) è lo straordinario peso di un raro diamante blu che è stato recentemente scoperto nella miniera Cullinan in Sud Africa.

D

Una luna può avere a sua volta una luna?

Ganimede, uno dei satelliti di Giove, è il più grande del Sistema Solare, ma non ha una luna

R GLI ASTRONOMI sono abbastanza sicuri che non ci siano satelliti orbitanti attorno ad altre lune nel nostro Sistema Solare. Sebbene possibile, è probabile che la forza gravitazionale del pianeta madre destabilizzerebbe velocemente l'orbita della luna del satellite, spingendola infine fuori dalla stessa. Tuttavia, se la luna del satellite avesse ridotte dimensioni, la distanza dal pianeta madre sarebbe grande e ci sarebbero forze di marea trascurabili. In questo caso, tale sistema potrebbe effettivamente esistere.

D

La personalità è genetica?

R SÌ, NEL SENSO che molte differenze caratteriali sono altamente ereditabili. Alcune delle prove migliori arrivano dagli studi sui gemelli, specialmente quelli che confrontano coppie di gemelli identici che sono stati cresciuti insieme rispetto a coppie educate separatamente, quindi con lo stesso corredo genetico, ma cresciute in famiglie diverse. Alcuni dei tratti più altamente ereditabili sono leadership, tradizionalismo e obbedienza alle autorità. Potrebbe sembrare strano che l'aderenza ai valori tradizionali e la volontà di obbedire alle regole siano ereditari, tuttavia questo è quanto scoperto dalla ricerca. La base biologica potrebbe coinvolgere diversi livelli di alcuni neurotrasmettitori, inclusi serotonina, dopamina e noradrenalina. Altri tratti che sono ereditabili per più del 50 per cento includono volontà di godersi la vita, senso di alienazione, reattività allo stress e amore per il rischio.
Questo non significa che tali tratti siano fissati rigidamente: una persona naturalmente paurosa può imparare a superare la paura, una persona che ama eccessivamente il rischio può imparare quando è giusto trattenersi, e conoscere la reazione del corpo allo stress può aiutarci a comprendere noi stessi. Ma non possiamo trasformarci completamente in qualcuno che non siamo.

D

Come funzionano i lettori delle carte bancomat?

R UNA VOLTA, LO FACEVANO in modo simile alle testine di un registratore a nastro. Le informazioni erano trasferite nel momento in cui la striscia magnetica della carta passava attraverso il lettore.
Negli apparecchi moderni, i lettori stabiliscono un contatto elettrico con un chip che si trova all'interno della carta. Come la striscia magnetica, il codice PIN dell'utente è criptato sul chip. Quando viene inserito il codice corretto, la carta autorizza il pagamento.

D

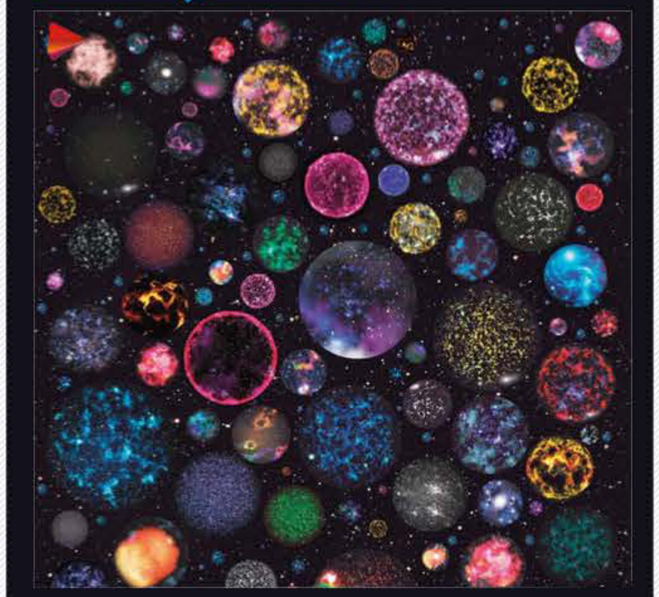
Quanti anni ha il più vecchio DNA umano scoperto?

Il teschio di un *Homo heidelbergensis* trovato nel Pozzo delle ossa in Spagna

R CIRCA 400MILA. Si tratta del DNA da un femore rinvenuto nel cosiddetto "Pozzo delle ossa", un sito archeologico ad Atapuerca, nel nord della Spagna. Il femore potrebbe essere appartenuto a un uomo di Neanderthal o forse a un membro della specie umana *Homo heidelbergensis*. Entrambe sono specie sorelle della nostra, *Homo sapiens*, ma *H. heidelbergensis* è la più antica, e probabilmente l'antenato diretto sia nostro che degli uomini di Neanderthal. Queste specie del genere *Homo* non sono tuttavia le stesse dell'uomo moderno. *Homo sapiens* sarebbe comparso 200mila anni dopo le altre due, e sarebbe migrato dall'Africa all'Europa almeno 75mila anni dopo.

FOTO: GETTY X2, SCIENCE PHOTO LIBRARY, ALAMY, JAVIER TRUEBA

LA DOMANDA DEL MESE



D

Esistono teorie che si oppongono a quella del Big Bang?

R PRATICAMENTE TUTTI i cosmologi accettano la teoria del Big Bang, secondo la quale l'Universo sarebbe nato in seguito a un'esplosione da uno stato caldo e denso 14 miliardi di anni fa. Ma non sono sempre stati tutti d'accordo.
Durante gli anni Quaranta, gli astrofisici dell'Università di Cambridge avanzarono la cosiddetta teoria dello stato stazionario, secondo la quale l'Universo è sempre esistito e la sua espansione è causata da un campo di forza antigravitazionale, che crea inoltre materia sempre nuova per fare apparire l'Universo costante. La teoria dello stato stazionario cercò di rimpiazzare l'idea di un Universo creato dal Big Bang con uno continuamente costruito da un "gocciolio" perenne; una teoria molto meno stupefacente. Tuttavia, quello che l'ha sfatata è stata la scoperta, nel 1964, delle prove di un'esplosione primordiale: la cosiddetta radiazione cosmica di fondo (dall'inglese *Cosmic Microwave Background*, CMB).
Essa sarebbe il "sibilo" di radiazioni emesse come conseguenza del Big Bang. Anche se, da allora, si sono fatti avanti diversi oppositori della teoria del Big Bang, nessuno è stato in grado di fornire una spiegazione dettagliata della CMB. Detto questo, si dibatte ancora: molti credono che il Big Bang non sia stato un evento unico e che il nostro Universo sia solo parte di un infinito "multiverso".

D

L'inquinamento luminoso sta riducendo le specie di insetti?

R QUASI SICURAMENTE SÌ. Gli insetti notturni, in particolare quelli volanti, sono attratti dalle luci artificiali: alcune specie volano attorno ai lampioni, altre vi si posano sopra o si fermano a mezz'aria quando vi si avvicinano troppo. Questo li rende più vulnerabili ai predatori e interferisce con le loro normali abitudini di ricerca di cibo e accoppiamento. L'inquinamento luminoso sta decisamente modificando l'equilibrio delle specie di insetti. Tuttavia, è troppo presto per dire se il loro numero totale stia diminuendo o se alcune specie traggano invece beneficio dalla luce artificiale.

D

Ci sarà mai una pillola per gli uomini?

R AL CONTRARIO DELLE DONNE, gli uomini non hanno un ciclo mensile naturale, il che significa che non è possibile controllarne la fertilità con una semplice pillola ormonale. Fino a poco tempo fa, la ricerca sulla pillola maschile era concentrata su vari modi di disattivare lo sperma, ma nuovi studi in Australia hanno scoperto un modo per modificare geneticamente i topi in modo che i loro spermatozoi non si uniscano al liquido seminale durante l'eiaculazione. Per trasformare tale scoperta in una pillola, sono necessari farmaci che possano imitare gli effetti delle modificazioni genetiche, ma potrebbero passare altri dieci anni per lo sviluppo e il brevetto.

La pillola maschile è ancora lontana dal diventare realtà perché è molto difficile controllare efficacemente la produzione di sperma

Un lampo gamma vicino a noi distruggerebbe tutta la vita sulla Terra

Qual è stato il più grande lampo gamma mai rilevato?

I GAMMA RAY BURSTS (GRB), o lampi gamma, sono bagliori di radiazioni estremamente carichi di energia, causati quando enormi stelle collassano e formano così stelle di neutroni o buchi neri. Sono gli eventi che producono più energia nell'Universo, ma sono anche estremamente rari.
Il record del lampo gamma più grande è detenuto dal GRB 130427A, avvenuto il 27 aprile 2013 in una galassia nella costellazione del Leone, a circa 3,8 miliardi di anni luce di distanza. È stato rilevato da molti telescopi, sulla Terra e nello Spazio. Si è trattato di un lampo gamma relativamente vicino, il che spiega perché fosse così luminoso. Infatti, il GRB 130427A è stato cinque volte più luminoso rispetto al record precedente: l'esplosione più grande che gli astronomi conoscano dopo il Big Bang. Se fosse avvenuta nel braccio della Via Lattea che contiene il Sistema Solare, avrebbe distrutto qualsiasi forma di vita sulla Terra.

È possibile sfruttare l'energia della pioggia?

UNO STUDIO FRANCESE del 2008 ha stimato che si potrebbero utilizzare attrezzi piezoelettrici, che generano energia quando si muovono, per estrarre 12 milliwatt da una goccia di pioggia. In un anno si estrarrebbero meno di 0,001 chilowattora per metro quadrato, l'energia sufficiente per il funzionamento di un sensore di telerilevamento. Un'idea migliore sarebbe raccogliere l'acqua e utilizzarla per far funzionare una turbina. Per esempio, in un Paese in cui cadesse poco meno di una tonnellata di acqua per metro quadrato all'anno, considerando una casa con un tetto ampio 185 metri quadrati si arriverebbe a 3 chilowattora di energia all'anno. Con un'efficienza di conversione del 60 per cento, l'energia sarebbe abbastanza per far funzionare una lampadina da 15 watt per 133 ore. Per fare un paragone, possiamo ricevere 60mila volte più energia per metro quadrato dal Sole che dalla pioggia.

Non piove abbastanza per ricavarne energia utile, ma la possibilità è stata presa in considerazione

Perché alcune persone dormono con gli occhi aperti?

I BAMBINI RIPOSANO con gli occhi aperti molto più spesso degli adulti, e per loro non sembra sia dannoso.
Il termine tecnico per questa situazione è "lagoftalmo notturno", che negli adulti può presentare un problema più serio: se gli occhi non si chiudono correttamente, le lacrime non possono bagnare tutta la superficie della cornea per mantenerla umida ed evitare danni. La causa potrebbe essere un disturbo dei nervi facciali che chiudono gli occhi o la forma delle palpebre. Anche alcune malattie e infezioni cutanee possono causare il lagoftalmo, che può inoltre verificarsi in seguito a un intervento di chirurgia plastica male eseguito.
Per esempio, alcune persone si fanno operare alle palpebre superiori per rimuovere una parte della pelle in eccesso che aumenta con l'età. Questo potrà anche farle sembrare più giovani, ma se viene rimossa troppa pelle le palpebre non riescono più a chiudersi correttamente e i malcapitati dovranno dormire con gli occhi aperti.

FOTO: THINKSTOCK X2, GETTY, SCIENCE PHOTO LIBRARY X3, ALAMY X2

Dove potrebbe avvenire il prossimo disastro naturale?

Si potrebbero verificare degli eventi catastrofici in tutto il mondo; scopriamo dove la Natura intende scatenare il suo potere

BAIA DI SAN FRANCISCO, CALIFORNIA

FAGLIA DI HAYWARD

L'area della Baia di San Francisco è una bomba a orologeria: un devastante terremoto potrebbe scatenarsi in qualunque momento

La città di San Francisco e l'area della Baia della California del nord non sono nuove ai terremoti. La città fu distrutta dall'enorme sisma del 1906, mentre un'altra scossa nel 1989 causò 67 morti e migliaia di sfollati. Entrambi i terremoti erano originati dalla rottura della Faglia di San Andreas. Al momento, però, la preoccupazione è concentrata sulla meno conosciuta Faglia di Hayward, una spaccatura nella crosta terrestre lunga 50 chilometri lungo la costa est della Baia di San Francisco. La faglia più urbanizzata del mondo minaccia più di 7,5 milioni di persone. Sono passati 145 anni dall'ultimo sisma, e siccome i terremoti più potenti avvengono in media ogni 138 anni, sulla faglia si teme che il prossimo sia imminente. Un recente studio ha previsto che le conseguenze consisteranno in migliaia di morti, 150mila sfollati e un costo per l'economia di 235 miliardi di dollari.

BAIA DI NAPOLI

CAMPI FLEGREI

Fin dal 2012, il cuore ardente dei Campi Flegrei mostra un'attività preoccupante

Mentre il Vesuvio svetta minaccioso sopra Napoli, l'altro vulcano della città mantiene un basso profilo. I Campi Flegrei sono piatti, poiché la vetta è scoppiata in un'enorme esplosione durante l'epoca preistorica. Il vulcano è però ancora attivo, e con 1,5 milioni di persone che vivono all'interno del suo raggio d'azione, è considerato il più pericoloso del mondo. I Campi Flegrei costituiscono quello che i vulcanologi chiamano una "caldera inquieta", ossia un cratere vulcanico gigante che è in costante ribollimento. L'ultima eruzione, nel 1538, è stata contenuta. Nonostante durante gli anni '70 e '80 ci siano stati episodi di rigonfiamento del vulcano e sciami sismici, non c'è stata alcuna eruzione, ma nuovi sciami sismici e cambiamenti nella chimica dei gas vulcanici segnano una nuova fase di irrequietezza cominciata nel 2012; i locali, preoccupati, si chiedono se tale irrequietezza si attenuerà o se invece crescerà fino a causare un'eruzione.

INDONESIA, THAILANDIA, SRI LANKA

OCEANO INDIANO

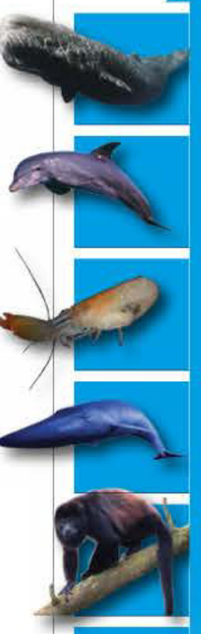
Un grosso terremoto simile a quello che ha causato il catastrofico tsunami nell'Oceano Indiano potrebbe verificarsi tra pochi decenni

Eventi come il devastante tsunami nell'Oceano Indiano del 2004 sono rari: secondo alcuni, potrebbero passare secoli prima che le comunità sulle coste di Sumatra, della Thailandia e dello Sri Lanka debbano affrontare ancora tale minaccia. Ma dati recenti e migliori sugli tsunami del passato dicono altro: sembra che le scosse lungo il margine orientale dell'Oceano Indiano, che scatenano gli tsunami, si verifichino con frequenza irregolare e possano avvenire in coppie, in gruppi o anche singolarmente. Le ultime due scosse che hanno generato tsunami, facendo tremare la regione sei secoli fa, si sono verificate a distanza di 60 anni; questo significa che alcuni dei sopravvissuti all'evento del 2004 potrebbero assistere di nuovo a una simile catastrofe.

BILL MCGUIRE è Professore Emerito presso lo University College di Londra ed è autore di *Waking the Giant*

TOP TEN

GLI ANIMALI PIÙ RUMOROSI



1. Capodoglio
Intensità: 236 decibel
Dove vive: in tutto il mondo
Emette schiocchi grazie all'aria forzata attraverso labbra foniche

2. Delfino dal naso a bottiglia
Intensità: 220 decibel
Dove vive: in tutto il mondo
È in grado di emettere migliaia di schiocchi al secondo

3. Gambero pistola
Intensità: 200 decibel
Dove vive: in tutto il mondo
Le pressioni acustiche generate dal gambero pistola possono uccidere i pesci

4. Balenottera azzurra
Intensità: 188 decibel
Dove vive: in tutto il mondo
Ogni sua "canzone" di quattro note può durare due minuti

5. Scimmia urlatrice
Intensità: 140 decibel
Dove vive: Sud America
Gli urli possono viaggiare fino a 5 chilometri attraverso la foresta

6. Pipistrello pescatore dal ventre bianco
Intensità: 137 decibel
Dove vive: Sud America
Quando urla, contrae i muscoli delle orecchie per chiuderle

7. Kakapo
Intensità: 132 decibel
Dove vive: Nuova Zelanda
Il maschio si gonfia come un pallone ed emette una serie di botti

8. Cacatua crestasalmone
Intensità: 129 decibel
Dove vive: Molucche, Indonesia
Emette strilli prevalentemente all'alba e al tramonto

9. Elefante marino settentrionale
Intensità: 125 decibel
Dove vive: Pacifico orientale
Il muso serve da cassa di risonanza

10. Cicala Australiana
Intensità: 120 decibel
Dove vive: Australia
I maschi attraggono le femmine con suoni profondi che somigliano al verso delle rane

D

Sarebbe possibile mandare una sonda in un buco nero?

R SÌ, SAREBBE FATTIBILE, ma anche inutile. Nel momento in cui la sonda raggiungesse l'orizzonte degli eventi del buco nero, oltre il quale sarebbe persa per sempre, la differenza di attrazione gravitazionale tra la punta e il fondo sarebbe sufficiente per distruggerla. Curiosamente però, più è grande il buco nero e minori sono le forze di marea, così che una sonda potrebbe sopravvivere anche oltre l'orizzonte degli eventi di un buco nero molto grande. Nonostante ciò, a causa della deformazione spazio-temporale attorno al buco nero, il tempo della sonda rallenterebbe rispetto a quello del "mondo esterno". Guardando la sonda discendere nel buco nero, vi sembrerebbe di vederla rallentare fino ad immobilizzarsi in corrispondenza dell'orizzonte degli eventi. Di conseguenza, non sarebbe possibile rilevare alcuna trasmissione radio proveniente da essa.

D

Cosa fa capovolgere gli iceberg?

R SI SA CHE QUESTE MONTAGNE di ghiaccio nascondono il 90 per cento del loro volume al di sotto della superficie del mare. Questo li rende molto più pericolosi per le navi di quanto non appaiano, ma ciò significa anche che essi sono estremamente stabili e poco inclini a ondeggiare. Tuttavia, si sa che alcuni iceberg, delle dimensioni di una montagna e pesanti milioni di tonnellate, si sono capovolti, generando degli tsunami capaci di sommergere le navi vicine. Il rischio è al suo massimo subito dopo la nascita di un iceberg dal bordo di un ghiacciaio. Staccandosi, cade nell'oceano e, a causa della sua forma irregolare, comincia ad ondeggiare e anche a capovolgersi, perché la gravità cerca di portare la maggior parte del peso al di sotto della superficie del mare. Secondo una ricerca pubblicata nel 2011 dal professor Justin Burton e colleghi dell'Università di Chicago, tale movimento può rilasciare la stessa quantità di energia di una bomba atomica.

D

Cosa sono i nanomagneti?

R DI SOLITO PENSIAMO ai magneti come alle barre di metallo che si utilizzano nei laboratori di scienze a scuola, con il polo nord colorato di rosso e il polo sud di blu. Ma le nanoparticelle ferromagnetiche sono decine di milioni di volte più piccole, schegge di ferro più corte di 10 nanometri. Esse possono essere sospese in liquidi particolari, chiamati ferrofluidi, che sembrano comune petrolio, ma che hanno una reazione interessante quando vi si applica un campo magnetico.
I nanomagneti si dispongono nella direzione del campo magnetico e la superficie del fluido, da liscia, diventa improvvisamente appuntita.
I ferrofluidi sono però ben più di una semplice curiosità scientifica. Vengono infatti utilizzati per sigillare gli hard drive dei computer e impedire l'entrata della polvere. Inoltre, in alcuni trattamenti sperimentali del cancro, piccole quantità di fluido vengono iniettate nel tumore, che, una volta applicato un campo magnetico, viene bruciato, lasciando intatte solo le cellule sane.

Lo sapevate?

La città più densamente popolata del mondo è Dhaka, in Bangladesh, con 44.500 persone per chilometro quadrato.

D

Un materiale radioattivo allo zero assoluto emetterebbe radiazioni?

R TECNICAMENTE PARLANDO, è impossibile raggiungere esattamente lo zero assoluto, ossia -273°C. Tuttavia, l'idea del raffreddare gli scarti radioattivi a temperature incredibilmente basse per renderli sicuri è molto accattivante, ma purtroppo non funzionerebbe. La radioattività è una manifestazione di forze nucleari fondamentali che non sono influenzate dalla temperatura.

CHE COS'È?

CONOSCI LA RISPOSTA?
Scrivila a: **redazione@bbcscience.it**
RISPOSTA DEL MESE SCORSO:
Complimenti a Raffaele Alberti e Valeria Piazza che hanno identificato dei batteri MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente alla meticillina) aggrediti da globuli bianchi.

In Numeri

1,4 terabit al secondo

è la velocità della connessione a banda larga più rapida mai esistita, raggiunta recentemente a Londra. A tale velocità si possono scaricare 44 film in HD non compressi in un secondo!

D

Come producono il veleno i serpenti?

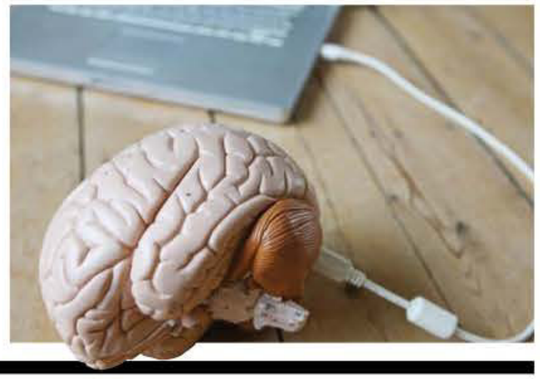
R Viene creato da organi che si sono evoluti dalle ghiandole salivari. La saliva contiene enzimi che aiutano a digerire il cibo quando lo si mastica; la selezione naturale ha favorito i serpenti la cui saliva contiene gli enzimi più tossici. Gli scienziati dell'Università di Bangor hanno recentemente sequenziato il genoma del cobra reale e hanno scoperto che le tossine nel suo veleno sono leggere variazioni di proteine comuni. Siccome le prede hanno gradualmente evoluto l'immunità, i serpenti hanno risposto con un mix complesso di 50-100 proteine diverse per alterare la pressione sanguigna, impedire la coagulazione del sangue e paralizzare i nervi.

I serpenti velenosi hanno evoluto un potente cocktail di tossine per abbattere le prede

D

Di quanti gigabyte è composto il cervello?

R NON È POSSIBILE fare analogie tra computer e cervello, quando si considerano le specifiche. La maggior parte di noi sa ricordare solo una mezza dozzina delle cifre del pi greco: a un computer servirebbero meno di 34 kylobite di spazio, meno di 0,0001 gigabyte. Ma siamo in grado di ricordare centinaia di migliaia di facce e riconoscerle da ogni angolazione con espressioni diverse; per farlo, a un computer servirebbe più di un terabyte (1.000 gigabyte). Il cervello umano non è bravo nel ricordare dettagli specifici, ma è eccezionale nel riconoscere modelli e tendenze.



D

Esistono cure per i terrori notturni?

R NON PROPRIO: non c'è nulla di patologico riguardo ai terrori notturni e la cura migliore è la comprensione. Molti bambini piccoli li sperimentano, specialmente i maschi di età compresa tra i cinque e i sette anni, ma in genere spariscono con l'adolescenza.
I terrori notturni possono essere tanto spaventosi per le persone che assistono quanto per quelle che ne soffrono, che spesso si svegliano urlando, confuse, senza ricordare nulla di quello che le ha svegliate. Chi li sperimenta può colpire oggetti, bagnare il letto e apparire terribilmente agitato, ma in molti casi non è completamente sveglio. I terrori notturni avvengono durante il sonno profondo non-REM, di solito due o tre ore dopo essersi addormentati. Sono abbastanza diversi dagli incubi, che consistono in sogni spaventosi durante la fase REM. Sebbene durante i terrori sembrino terribilmente agitati, il giorno dopo molti bambini non ricordano nulla. A volte anche gli adulti possono soffrire di terrori notturni, ma spesso questi sono dovuti allo stress o all'alcol.

D

Con che cosa alimenteremo gli aerei quando non ci sarà più petrolio?

L'aereo a impulso solare: un giorno potremo volare alimentati dal Sole?

R LO STORICO VIAGGIO di un aereo a impulso solare, lo scorso anno, ha provato che l'energia del Sole potrebbe essere in grado di alimentare i velivoli in un mondo post-petrolio. L'aereo è volato, saltellando, da San Francisco a New York. Tutta l'energia proveniva da 12mila celle solari e batterie agli ioni di litio, che si caricavano durante il giorno e che hanno permesso all'aereo di restare in volo anche di notte. Nel breve periodo, però, è probabile che la risposta alla domanda siano i biocarburanti, ossia quelli derivati da organismi viventi.

D

Gli uccelli potrebbero volare su altri pianeti?

R SE ESISTESSERO, su altri pianeti i volatili non assomiglierebbero a quelli sulla Terra, ma le leggi della fisica restano ovunque le stesse; non ci sono motivi per cui gli uccelli non potrebbero volare, a condizione che non pesino troppo e che l'atmosfera non sia troppo sottile.

D

I geni della musica e della recitazione sono ereditabili?

R NON ESISTE NULLA DI SIMILE ai "geni della musica" o ai "geni della recitazione": esistono solo geni e loro combinazioni che, in certe circostanze, contribuiscono a sviluppare queste abilità. Tuttavia, è pur vero che i tratti delle doti musicali o recitative tendono a svilupparsi in famiglia.
L'ereditabilità dell'abilità musicale è al 50 per cento, il che significa che circa metà della variazione dell'abilità è attribuibile a differenze genetiche.
Si conoscono molti geni coinvolti in tale processo. Esistono anche storie di musicisti adottati in tenera età che hanno scoperto solo in seguito che i loro genitori biologici erano a loro volta musicisti. La situazione opposta, anch'essa ereditaria, è chiamata "amusia" e colpisce circa il 4 per cento della popolazione.

Genio musicale di famiglia: i Jackson 5.

D

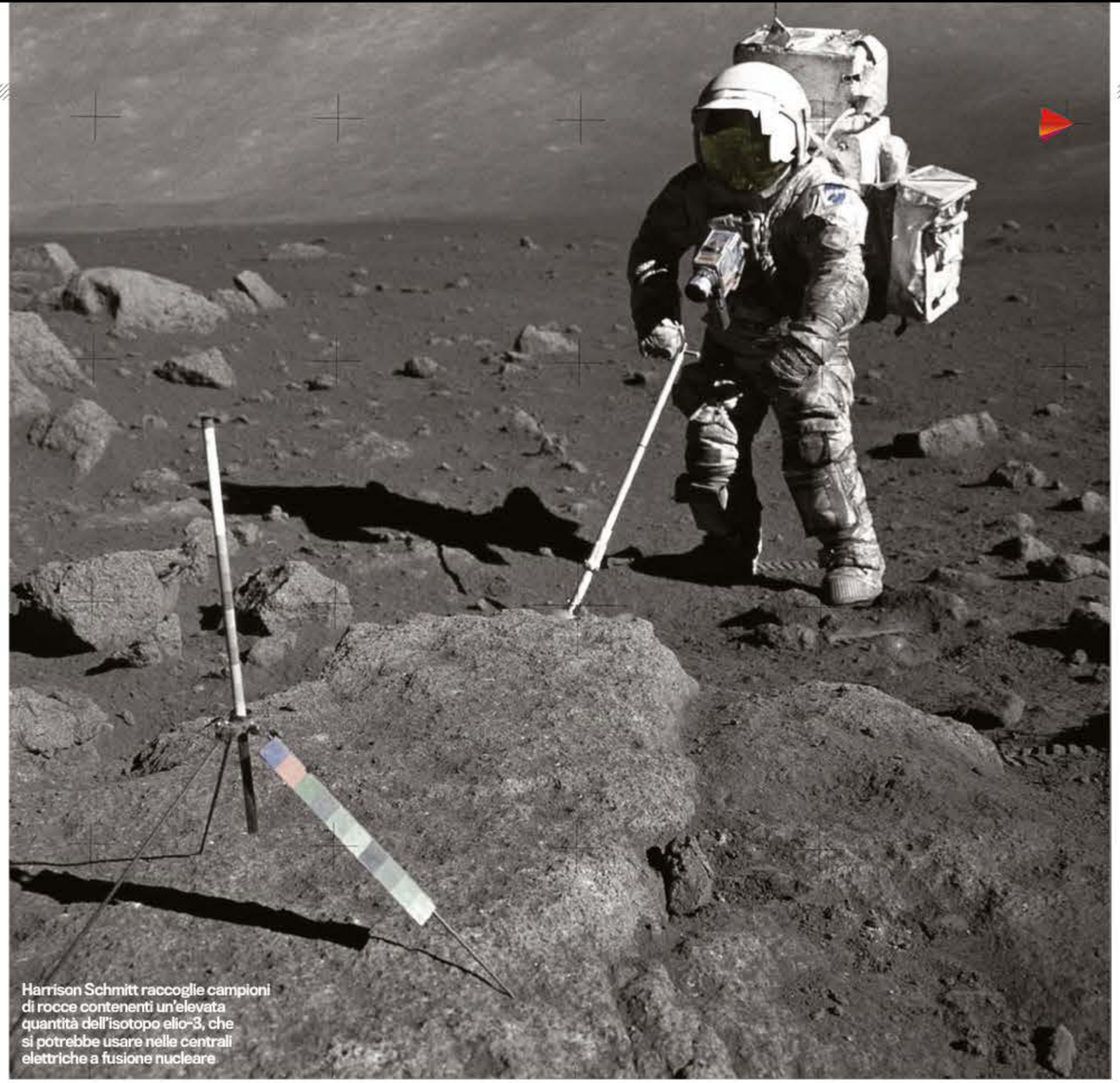
Perché la nebbia non ghiaccia a temperature sottozero?

R IN REALTÀ, LO FA. Ma se la temperatura è solo qualche grado sotto 0°C, le gocce d'acqua rimangono liquide. Questo fenomeno è chiamato sopraffusione e si verifica perché i cristalli di ghiaccio non possono formarsi facilmente senza una particella di polvere che faccia da nucleo. Siccome la nebbia non cade, non prende polvere mentre si sposta nell'aria e, quindi, solitamente non ghiaccia. La nebbia sopraffusa è spesso chiamata nebbia congelantesi, ma solo perché si ghiaccia quando tocca il terreno. Perché le gocce in aria congelino, la temperatura deve scendere a -35°C. Questa è chiamata nebbia ghiacciata.

DOMANDE AI CONFINI...

SCIENZA LUNARE

Vediamo come le scoperte riguardanti la formazione del nostro satellite ci permettono di capire meglio la storia del Sistema Solare, mentre la sua composizione potrà servire da serbatoio per il futuro della Terra



Harrison Schmitt raccoglie campioni di rocce contenenti un'elevata quantità dell'isotopo elio-3, che si potrebbe usare nelle centrali elettriche a fusione nucleare

FOTO: NASA

Q Che cosa ci può rivelare la Luna sul passato?

Il volto cosparso di crateri della Luna ci racconta che circa quattro miliardi di anni fa si verificò un titanico cataclisma, che attraversò il Sistema Solare da giovane. Se l'analisi di certe rocce lunari è corretta, la Terra e la Luna furono all'improvviso pesantemente bombardate da asteroidi provenienti dallo spazio. I pianeti e le loro lune si sono formati 4,5 miliardi di anni fa, quando miliardi di macigni detti planetesimi orbitavano attorno al giovane Sole. Le collisioni erano frequenti, e l'energia rilasciata li fondeva fino a farli saldare tra loro. Nel corso di mezzo miliardo di anni, lo sciame di planetesimi si trasformò nell'odierna famiglia di pianeti e satelliti. Nelle ultime fasi di questo processo, i corpi celesti principali erano già formati e i planetesimi rimasti continuavano a collidere, scavando crateri. Nel corso dell'impatto, la temperatura e la pressione potevano essere così elevate che si formavano pozze di roccia fusa, le quali poi si risolidificavano. I geologi chiamano queste rocce "impact melt", e quelle trovate nei campioni lunari delle missioni Apollo sembrano mostrare qualcosa di tremendo. Hanno tutte un'età vicina ai quattro miliardi di anni, il che fa pensare che, anziché una serie graduale di impatti nel corso di centinaia di milioni di anni, si sia verificato un immane bombardamento nell'ultima fase della formazione dei pianeti. Se così fosse, anche la Terra sarebbe stata bombardata e un evento simile avrebbe creato decine di migliaia di crateri, vari dei quali con un diametro maggiore di 5mila chilometri. Ma questi crateri nel frattempo sono scomparsi per via dell'erosione.

L'ipotesi del bombardamento, però, non è affatto sicura. È possibile che le rocce da fusione analizzate provengano tutte da un unico bacino lunare, il Mare Imbrium, che è il più giovane e il più grande dei bacini d'impatto. I calcoli mostrano che l'urto necessario per formare il Mare Imbrium avrebbe cosparso anche le regioni circostanti di quantità significative di materiale. Tra queste regioni ci sono i vicini Mare Nectaris e Mare Serenitatis, da cui provengono altre rocce raccolte dagli astronauti. Per risolvere la questione saranno necessari campioni da una zona più ampia della Luna.

Q Come si è formato il nostro satellite?

Ancora una decina d'anni fa gli astronomi pensavano che il problema fosse stato risolto una volta per tutte. La Luna, affermavano, era un frammento di qualcosa di più vecchio: nel corso della formazione della Terra, il nostro pianeta sarebbe stato colpito da un altro corpo celeste, circa delle dimensioni di Marte, il cui impatto avrebbe avuto una violenza tale da scagliare una nube di detriti in orbita. Questo materiale, compattandosi, sarebbe diventato la Luna. Gli astronomi erano così certi di questa versione che avevano persino trovato un nome per il corpo che avrebbe colliso con la Terra: Theia, come la dea greca che generò Selene, la dea della Luna. È una storia piacevole, ma il problema è che, via via che si raccolgono nuovi dati, sembra sempre più un racconto di fantasia. Secondo l'ipotesi dell'impatto gigantesco, la maggior parte della Luna dovrebbe essere composta da materiale di Theia e, visto che Theia si sarebbe formata in una parte del Sistema Solare lontana dalla Terra, la composizione delle sue rocce dovrebbe essere diversa; infatti la composizione è influenzata dal calore e la temperatura è diversa a seconda della distanza dal Sole a cui si è formato un pianeta. Invece le migliori analisi moderne delle rocce lunari riportate sulla Terra dalle missioni Apollo non trovano alcuna differenza tra queste rocce e quelle terrestri. È come se la Terra avesse semplicemente sparato un proprio enorme frammento in orbita.

Un'ipotesi discussa è quella di Wim van Westrenen, planetologo dell'Università VU di Amsterdam, e di Rob de Meijer, geofisico nucleare della University of the Western Cape, in Sudafrica, i quali hanno proposto che la Terra semifusa dei primordi possa essere veramente esplosa, grazie all'accumulo degli elementi radioattivi che all'epoca si muovevano nel suo interno pieno di magma.

La maggior parte degli astronomi, però, sostiene una variante del modello dell'impatto gigantesco. Potrebbe funzionare se Theia fosse molto più piccola e fosse rimasta conficcata nella Terra, generando una collisione immane che avrebbe sospinto in orbita il materiale che ha formato la Luna. Tuttora, però, non c'è una risposta definitiva, e quindi l'enigma della formazione della Luna rimane irrisolto.

Q La Luna può risolvere i problemi energetici della Terra?

La Luna custodisce forse grandi quantità di una rara forma di elio, che secondo alcuni scienziati potrebbe fornire energia al nostro Pianeta. Da tempo ingegneri e fisici cercano di realizzare il sogno della fusione nucleare, con reattori che creerebbero condizioni simili a quelle al centro del Sole, permettendo a isotopi di idrogeno o elio di fondersi e liberare energia. È il fenomeno che fa splendere il Sole e, se riuscissimo a costruire reattori che lo riproducono, si potrebbero generare enormi quantità di energia con pochissime scorie pericolose.

I fisici cercano di capire quale sia il miglior combustibile: per lo più si lavora con isotopi dell'idrogeno, ma alcuni ritengono che sarebbe meglio l'elio-3, 10mila volte più raro dell'isotopo più comune dell'elio. Lo produce il Sole, da cui viene espulso all'interno del vento di particelle che fluisce nello Spazio. Vicino alla Terra il vento solare è deviato dal campo magnetico del nostro Pianeta, e quindi il prezioso elio-3 non raggiunge l'atmosfera. La Luna, invece, non ha uno scudo analogo e quindi l'isotopo arriva sulla superficie ed entra a far parte delle rocce. La superficie della Luna è rimasta immutata da quasi quattro miliardi di anni, nel corso dei quali le rocce hanno assorbito elio-3, e quindi ora ce ne dovrebbe essere una bella scorta. L'astronauta della missione Apollo 17 Harrison Schmitt ha pubblicato nel 2004 un articolo nella rivista *Popular Mechanics* in cui affermava che l'elio-3 sarebbe il motivo migliore per tornare sulla Luna. Se ne erano scoperte "quantità significative" nel suolo lunare che aveva riportato sulla Terra insieme ad altri astronauti. La Russia e la Cina hanno espresso interesse per l'estrazione dell'elio-3 lunare, ma i fisici non sono concordi sulla fattibilità economica di un reattore a elio-3. Per generare energia a sufficienza, la temperatura del gas dovrebbe essere maggiore che per l'idrogeno. Quindi si dovrebbe costruire un reattore più grande e complesso, aumentandone i costi, a cui si sommano quelli per estrarre l'elio-3 e trasferirlo sulla Terra, che potrebbero mostrarsi proibitivi. Ma anche se l'elio-3 non sarà la risposta ai problemi energetici terrestri, potrebbe fornire l'energia necessaria alle colonie umane sulla Luna.

STUART CLARK è un divulgatore scientifico, autore della trilogia *The Sky's Dark Labyrinth* e vincitore dello European Astronomy Journalism Prize del 2013

1&1 DOMINIO

1€*

Dominio desiderato .it .com

Set di servizi inclusi come il reindirizzamento gratuito, gestione dei contatti di dominio o impostazione di sottodomini

Supporto completo 24 ore su 24 e 7 giorni su 7 tramite telefono o e-mail

1&1

MEMBRO DI united internet

DOMINIO | MAIL | HOSTING | SERVER

800 977313 (numero verde)

1and1.it

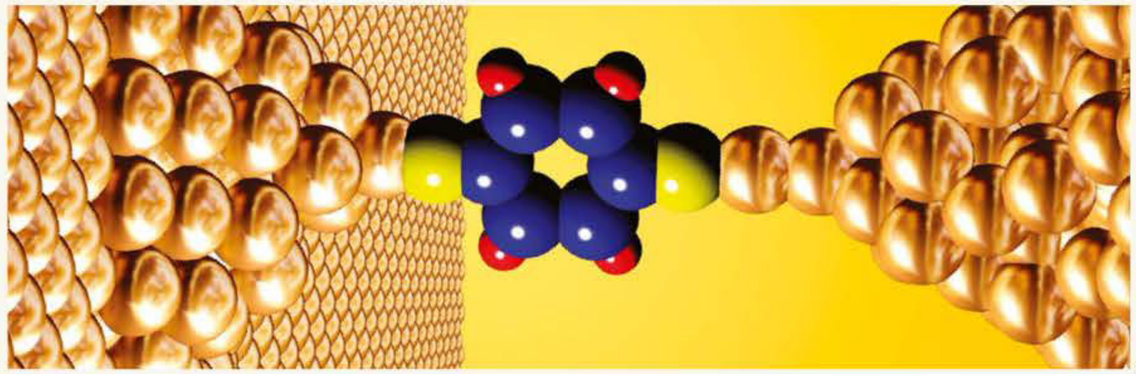
* Dominio .it o .com a 1 € IVA escl. (1,19 € IVA incl.) invece di 10 € IVA escl. (11,90 € IVA incl.) per un anno. Al termine si applica il prezzo regolare. Maggiori informazioni sul sito 1and1.it. 1&1 Internet AG, sede in Elgendorfer Str. 57, 56410 Montabaur, Germania.

È in arrivo il termoelettrico sicuro ed economico che potrà generare ovunque elettricità dal calore: dai vestiti all'automobile

ILLUSTRAZIONE: CIARA PHELAN

1.

2.



3.

1. Il pioniere dei materiali termoelettrici Stefano Curtarolo
2. Un supercomputer usato per costruire modelli di materiali termoelettrici presso il NERSC
3. Una molecola conduttrice di elettroni intrappolata tra due elettrodi d'oro in una ricostruzione dell'effetto Seebeck

FOTO: DUKE UNIVERSITY; LBNL; NASA; EYEVINE; SCIENCE PHOTO LIBRARY

CHE NE DIRESTE se la vostra giacca potesse raccogliere il calore corporeo e usarlo per ricaricare un telefonino? O se l'automobile potesse catturare l'energia dallo scarico per minimizzare il consumo di carburante? E che ve ne pare di una centrale elettrica che sfrutta il calore di scarto per generare più elettricità?

Materiali che generano energia elettrica in questo modo esistono già, ma hanno diversi problemi. Non solo sono inefficienti, ma spesso risultano anche fragili, tossici o costosi in modo proibitivo. Potrebbero però arrivarne presto nuovi tipi, più sicuri ed economici, grazie al lavoro congiunto degli scienziati per trovare il materiale termoelettrico perfetto.

I termoelettrici sono sostanze che creano una corrente elettrica nel momento in cui a un'estremità si fornisce calore. Di questo fenomeno si parlò per la prima volta nel 1821 quando lo scienziato prussiano Thomas Seebeck osservò un comportamento insolito mentre riscaldava un circuito elettrico che aveva costruito. Ma sfruttare al meglio queste proprietà si è rivelato finora difficile. Quali sono le caratteristiche di un materiale termoelettrico? Prima di tutto, deve essere un buon isolante termico. Se il calore si diffonde troppo rapidamente è impossibile ottenere una differenza di temperatura tra un'estremità e l'altra: è questa la chiave per lo sfruttamento dell'energia. Ma serve al contempo un materiale in cui gli elettroni si possano muovere liberamente, cioè un buon conduttore elettrico. Quando si riscalda, gli elettroni tendono a spostarsi e a diffondersi; in un materiale termoelettrico ciò è essenziale, affinché gli elettroni fluiscano dall'estremità calda a quella fredda e comincino ad accumularvisi. Quando da una parte ci sono più elettroni che dall'altra, il risultato è una differenza di potenziale, proprio come tra i due poli di una batteria. Questo voltaggio può alimentare un circuito elettrico.

"Il problema principale, quando si cerca un buon materiale termoelettrico, è l'imbarazzo della scelta"

Nella progettazione di un materiale termoelettrico l'intoppo è che i migliori conduttori elettrici tendono a essere i metalli che, come sa chiunque abbia provato a impugnare il manico metallico di una pentola, conducono il calore fin troppo bene. Così il calore si diffonde troppo rapidamente per mantenere una buona differenza di temperatura. I migliori termoelettrici, quindi, richiedono una "personalità" scissa.

Come i termoelettrici alimentano i Voyager

Le sonde spaziali gemelle della NASA funzionano grazie al calore del decadimento radioattivo del plutonio

La sonda Voyager 1 è stata lanciata nel 1977. Adesso è uscita dal Sistema Solare e continua a ricevere elettricità dal suo alimentatore termoelettrico

LE DUE SONDE SPAZIALI VOYAGER, che adesso stanno fuoriuscendo dal Sistema Solare, continuano a essere alimentate dalla termoelettrica. Per buona parte della loro missione, il Sole era solo una macchiolina lontana nel cielo, il che escludeva l'energia solare. Le pile a combustibile erano troppo pesanti e ingombranti. David Singh, direttore del gruppo di ricerca sui materiali avanzati dell'Oak Ridge Laboratory in Tennessee, spiega che il generatore richiedeva una fonte di energia nucleare.

Non potendo miniaturizzare un intero reattore nucleare su una sonda spaziale, la NASA ha usato il calore generato dal plutonio nel corso del suo decadimento radioattivo. "Nei Voyager ci sono dischi di plutonio circondati da elementi termoelettrici che producono elettricità", spiega Singh.

Il plutonio genera una quantità sorprendente di calore. Una pallina delle dimensioni di una polpetta si scalda al calor rosso (circa 700 °C) e produce una potenza di più di 60 W. Questo valore cala via via che il materiale radioattivo decade verso la trasformazione in piombo inerte, ma lentamente. Dopo 30 anni nello Spazio, il generatore radioattivo del Voyager 1 sviluppava ancora il 60 per cento della potenza al momento del lancio.

Nonostante la longevità dell'alimentazione nucleare, l'efficienza dei materiali termoelettrici è di fondamentale importanza per la NASA e le altre agenzie spaziali. Più del 90 per cento dell'energia emessa dal plutonio rovente va persa. Raddoppiare l'efficienza permetterebbe di diminuire di 50 chilogrammi il peso di una sonda con lo stesso fabbisogno energetico del Voyager.

"La NASA ha più opzioni a propria disposizione di altri utilizzatori di termoelettrici. Il vantaggio delle sonde spaziali, a differenza delle automobili o degli indumenti sulla Terra", spiega Stefano Curtarolo, "è che possono usare materiali tossici: difficilmente saranno più pericolosi del plutonio con la sua elevata radioattività. E dato che non vengono prodotte molte sonde, possono sfruttare elementi chimici molto più rari".

Un elemento rovente di plutonio: il suo decadimento radioattivo si può sfruttare per generare elettricità

Tubi di scappamento a risparmio energetico

I materiali termoelettrici renderanno le automobili più efficienti risucchiando il calore dei gas di scarico

QUANDO DALLO SCAPPAMENTO di un'automobile esce calore, non fa altro che scaldare l'aria. È il motivo per cui quest'anno alle vetture di Formula 1 verrà aggiunto un dispositivo per catturare almeno una parte del calore di scarto e trasformarlo in energia utile in modo da risparmiare carburante.
Il sistema di recupero del calore è per lo più meccanico e funziona come un normale generatore a turbina.

Anche se questi dispositivi non usano materiali termoelettrici, li potrebbe invece usare un apparato analogo in via di sviluppo. Il programma PowerDriver, finanziato dall'Unione Europea, punta a inserire i generatori termoelettrici nello scarico stesso, per catturare il calore di scarto.
Un grosso problema dell'utilizzo dei termoelettrici nelle automobili consiste nel reperimento dei materiali necessari. Il progetto PowerDriver utilizza cristalli inorganici come il tellururo di piombo. Ma è possibile che non ce ne sia a sufficienza per gli scarichi dei milioni di automobili prodotte annualmente nel mondo. Stefano Curtarolo spiega che esiste questo problema per i veicoli elettrici e ibridi. "Per le auto elettriche servono magneti potenti, e per realizzarli usiamo elementi come il disprosio. Se ogni abitante del Pianeta volesse una Toyota Prius, non ci sarebbe disprosio a sufficienza".
Il tellururo di piombo non è solo costoso, ma anche tossico. Per questo progetti come PowerDriver studiano combinazioni di elementi molto più diffusi, come il silicio, presente in ogni granello di sabbia, e il magnesio.

L'estate scorsa le aziende che animano PowerDriver hanno rivelato di aver messo a punto un sistema che può generare energia a sufficienza per far risparmiare il 2,5 per cento del carburante. Purtroppo, però, ancora non ci siamo: non è chiaro se i materiali con cui lavorano resisterebbero alle temperature estreme dello scarico di un'automobile per tutti gli anni per cui dovrebbero durare.

La Mercedes di Nico Rosberg (in basso) comincerà presto a recuperare il calore di scarto, mentre lo scarico termoelettrico PowerDriver, di cui la foto mostra il collaudo, farà lo stesso nelle automobili comuni

FOTO: PRESS ASSOCIATION, POWER DRIVER, WAKE FOREST UNIVERSITY

LE TRE NOVITÀ

Il problema principale, quando si cerca un buon materiale termoelettrico, è l'imbarazzo della scelta: conosciamo qualcosa come 200mila composti inorganici, per la maggior parte dei quali è ignoto come conducano il calore o l'elettricità.

E allora, come facciamo a restringere la ricerca? Attualmente si usano tecniche di modellazione al computer per capire come dovrebbero comportarsi i materiali, senza doverli prima creare. Sembra che sia finalmente partita sul serio la caccia al termoelettrico più economico ed efficiente.

"È solo questione di tempo prima di trovare qualcosa di buono, non solo nella termoelettrica ma anche in altri campi"

Stefano Curtarolo, direttore del Center for Materials Genomics della Duke University, North Carolina

Stefano Curtarolo, direttore del Center for Materials Genomics della Duke University nel North Carolina, indica le tre novità che stanno facendo compiere passi avanti alla ricerca. Innanzitutto, l'uso dei computer per svolgere calcoli di meccanica quantistica che permettono di prevedere come si possono combinare gli elementi e come si comporterebbero i loro elettroni. La seconda è la termodinamica computazionale, che calcola come dovrebbero solidificarsi queste sostanze.

"Nel mondo della meccanica quantistica c'è un numero infinito di configurazioni, ma sono le leggi della termodinamica che determinano che cosa si formerà", spiega Curtarolo. "La meccanica quantistica non sa se l'acqua deve essere liquida o solida; ce lo dice la termodinamica, che è molto efficace nell'eliminare materiali impossibili. Possiamo, per esempio, creare un enorme database di materiali con milioni di voci. Applicando la termodinamica possiamo scartarne il 99 per cento".

Anche Gerbrand Ceder del Massachusetts Institute of Technology cerca materiali termoelettrici migliori e ritiene che sfruttare la potenza di calcolo dei supercomputer sia il modo migliore per trovarli. Pensiamo al supercomputer del National Energy Research Scientific Computing Center (NERSC) statunitense, per esempio. Rientra a malapena tra le 30 macchine più veloci al mondo, eppure Ceder dice: "Usando quella macchina per un giorno solo, possiamo già calcolare le proprietà fondamentali di 20mila composti".

La computerizzazione ha trasformato la caccia ai nuovi materiali da una maratona a uno sprint, e una terza novità aiuterà gli scienziati a vincere la gara: le routine di intelligenza artificiale. Sono in grado di cercare i candidati migliori, che si possono poi creare in laboratorio per svolgere test reali. Curtarolo aggiunge: "È importante anche la fortuna. Ci può volere qualche mese o qualche anno. Ma ci siamo quasi. È una gara che si svolge in tutto il mondo, in cui si sta esaminando un numero enorme di possibilità. È solo questione di tempo prima di trovare qualcosa di buono, non solo nella termoelettrica ma anche in altri campi".

VERSO LA META

Sapendo che il problema maggiore consiste nel catalogare i possibili materiali in modo tale che i supercomputer non ripetano più e più volte gli stessi calcoli, gli scienziati come Ceder e Curtarolo stanno creando un database mondiale di questi materiali. È l'obiettivo del progetto finanziato dal governo statunitense *Materials Genome Initiative*, chiamato così in onore del progetto che all'inizio del millennio ha pubblicato la sequenza del genoma umano.

Curtarolo è sicuro che, grazie alla montagna di dati che si stanno accumulando, un termoelettrico che batte tutti gli altri sia dietro l'angolo: "Noi non stiamo *aspettando Godot*", dice, alludendo al personaggio della pièce di Samuel Beckett, che non appare mai. "Qualcosa è in arrivo". ■

CHRIS EDWARDS è scrittore e giornalista e si occupa di informatica ed elettronica.

Scrivete a: fisico@bbcscience.it

COME CREARE UN TERMOELETTRICO

1

Nella progettazione tradizionale dei materiali, è necessario produrre e mettere alla prova ogni possibile materiale e poi scartarlo se non va bene. È un procedimento lungo e dispendioso.

2

Nella progettazione computazionale dei materiali, i supercomputer elaborano virtualmente le proprietà dei materiali candidati, risparmiando enormi quantità di tempo e risorse.

3

Quando il calcolatore ha collaudato virtualmente centinaia o anche migliaia di materiali, i ricercatori fabbricano i più promettenti per metterli alla prova fisicamente con i metodi di laboratorio tradizionali.

Generare elettricità con i vestiti

I tessuti con materiali termoelettrici incorporati ricaricheranno i nostri gadget grazie al calore corporeo

Corey Hewitt della Wake Forest University mostra un campione di feltro che trasforma il calore corporeo in elettricità

IMMAGINIAMO CAPI DI VESTIARIO freschi al tatto anche se siamo accaldati. Ci si può riuscire con i termoelettrici, grazie a un fenomeno noto come "effetto Peltier".
Se si fa passare elettricità attraverso un materiale termoelettrico anziché usarlo per generarla, se ne può modificare la temperatura. In alternativa, il calore si può sfruttare per produrre corrente elettrica, tanto da alimentare uno smartphone.
Date le potenzialità dei vestiti "intelligenti" termicamente attivi, i ricercatori lavorano sodo da più di dieci anni per trovare un tessuto adatto, ma ci sono due grossi intoppi. Gli indumenti, in genere, sono sottili; se si usano materiali termoelettrici quali i cristalli inorganici, una volta ridotti allo spessore della stoffa potrebbero rivelarsi troppo fragili. I termoelettrici, inoltre, devono avere una differenza di temperatura tra le due facce.
In una maglietta è difficile che ci sia una differenza apprezzabile.
Per cercare di risolvere il problema dei cristalli inorganici fragili, David Carroll, esperto di nanotecnologia della Wake Forest University, nel North Carolina, sta lavorando su un materiale simile al feltro, composto da nanotubi di carbonio, che potrebbe funzionare come tessuto termoelettrico. I nanotubi sono flessibili e dovrebbero sopravvivere anche alla lavatrice. Carroll afferma che un indumento fatto di questo feltro dovrebbe raccogliere uno o due watt di elettricità dal centinaio di watt del calore emesso dal corpo.
Potrebbe bastare a ricaricare un telefonino in caso di emergenza.

MINERALOGIA

IL MERAVIGLIOSO MONDO DEI CRISTALLI

Le seleniti si incrociano nelle grotte e nelle gallerie della Cueva de los Cristales in Messico, che ospita alcuni dei più grandi cristalli mai scoperti

FOTO: GETTY

Si usano ovunque, dall'orologio al televisore. Diamo un'occhiata alle affascinanti potenzialità dei cristalli

C'è chi li usa ritenendo che abbiano mistici poteri di guarigione o perché desidera avere un soggiorno che somigli alla grotta di mago Merlino, ma i cristalli sono in realtà parte integrante del mondo moderno in cui viviamo. Ce ne sono di tutte le forme, dimensioni e colori; ce ne sono di abbondanti ma con caratteristiche incredibilmente utili, o così rari che le famiglie reali li bramano.

Quelli giganteschi mostrati in questa pagina, per esempio, sono un tipo di gesso e si trovano 300 metri sotto terra a Naica, in Messico; i più grandi sono lunghi 11 metri e pesano addirittura 55 tonnellate. Queste meraviglie naturali resterebbero un affascinante mistero, se non ci fosse un modo per svelarne i segreti. È stato 100 anni fa che la tecnica della diffrazione dei raggi X permise per la prima volta lo studio particolareggiato dei cristalli. Per ricordare questa tappa fondamentale, il 2014 è stato proclamato Anno internazionale della cristallografia, una celebrazione che dura dodici mesi dei metodi scientifici usati per rivelare le strutture naturali alla base di buona parte della nostra tecnologia. Scopriamo alcuni dei membri più notevoli della famiglia dei cristalli.

ICOSAEDRITE E QUASICRISTALI

All'inizio degli anni Ottanta, lo scienziato israeliano Dan Shechtman scoprì che i cristalli potevano formare strutture che sono ordinate, ma non si ripetono mai. L'idea era così strana che Shechtman non pubblicò i propri risultati per due anni, temendo che nessuno gli avrebbe creduto. Col senno di poi, non si sarebbe dovuto preoccupare, visto che nel 2011 gli fu conferito il premio Nobel per il suo lavoro. Le strutture, dette oggi quasicristalli, ricordano i mosaici moreschi, come quelli dell'Alhambra a Granada, in Spagna.

Dal momento della pubblicazione di Shechtman sono state create in laboratorio centinaia di quasicristalli, ma il mondo ha dovuto aspettare fino al 2010 perché se ne identificasse uno in natura. Questo cristallo sfuggente, chiamato icosaedrite, è stato trovato all'interno di un meteorite nei remoti monti dei Coriacchi, in Russia: è letteralmente caduto dal cielo.

QUARZO

Il quarzo, uno dei minerali più diffusi, è composto da un reticolo tridimensionale regolare di atomi di silicio e ossigeno. Ha una proprietà molto utile: se compresso o piegato, genera sulla superficie una carica elettrica. Questo fenomeno, noto come piezoelettricità, funziona anche all'inverso: se si fa passare una carica attraverso un cristallo di quarzo, esso si piega. Quindi, applicando a intermittenza una corrente esterna, si può far oscillare un campione di quarzo. Sfruttando questo fenomeno è possibile usare i cristalli per segnare il tempo. La frequenza dell'oscillazione dipende dalle dimensioni e dalla forma del cristallo e da come viene applicata la corrente. In genere vengono fabbricati in modo da vibrare 32.768 volte al secondo; a quel punto, un contatore digitale crea una volta al secondo un impulso per far muovere le lancette di un orologio. Sono accuratissimi, se la temperatura è costante. Per quanto riguarda gli orologi da polso, è il nostro corpo che contribuisce a stabilizzare la temperatura.

FOTO: J W EVANS/JAMES LABUS DOE, ALAMY, PRESS ASSOCIATION

DIAMANTE STEINMETZ ROSA

A novembre dell'anno scorso è stato venduto a Ginevra il diamante più costoso del mondo, per la cifra strabiliante di 68mila franchi svizzeri (circa 56mila euro). Il brillante Steinmetz rosa, o Pink Star, misura 2,69 per 2,06 centimetri e pesa quasi 20 grammi. Come tutti i diamanti, è formato da un reticolo cristallino tridimensionale di atomi di carbonio, ognuno dei quali è legato ad altri quattro. È proprio questa struttura rigida che fa del diamante la sostanza più dura che si conosca in natura.

I diamanti del tutto puri sono incolori, ma qualche difetto nel reticolo li può rendere rosa, marroni o rossi. Eventuali impurità di altri elementi intrappolati nel reticolo di carbonio possono dar luogo a diamanti con sfumature gialle, azzurre o verdi.

CRISTALLI LIQUIDI E LCD

La prossima volta che cucinate le carote potreste, senza farci caso, creare un cristallo liquido. Il botanico austriaco Friedrich Reinitzer scoprì questi fenomeni nel 1888, mentre studiava i derivati del colesterolo nelle piante. Notò che le molecole dello strano liquido torbido che aveva creato si disponevano in schemi regolari simili a quelli di un cristallo solido.

Da allora ne sono state scoperte varie altre forme, come il liquido nematico, che ora è impiegato nella maggior parte dei televisori e monitor moderni. Le molecole di queste sostanze si allineano parallelamente in modo spontaneo, ma cambiano orientamento quando si applica una differenza di potenziale, alterando il modo in cui interagiscono con la luce. Per creare uno schermo LCD si racchiude uno strato sottilissimo di liquido nematico tra due elettrodi trasparenti che applicano il voltaggio necessario. Si usano poi filtri rossi, verdi e blu per ottenere i colori desiderati.

FOTO: SCIENCE PHOTO LIBRARY X2, DR JOSÉ LOUIS JORDÁ/VALENCIA

ZEOLITI E CRISTALLI MINUSCOLI

I cristalli più piccoli mai misurati hanno uno spessore di appena 100 nanometri, qualcosa come 1/800 della larghezza di un capello. Detti ITQ-43 (nell'immagine in alto), erano così piccoli che, per osservarne la struttura, Ute Kolb dell'Università di Magonza (Germania) ebbe bisogno di una tecnica nuova, detta tomografia a diffrazione elettronica: essa ha mostrato una serie di canali con sezione a quadrifoglio che si ripetevano periodicamente, collegati da canali più stretti. Questi agiscono come imbuti, controllando la diffusione delle molecole. Gli ITQ-43 sono zeoliti (immagine principale), cristalli sintetici che hanno molti usi importanti, dai catalizzatori ai filtri per gli acquari. La forma e le dimensioni dei pori che contengono sono cruciali per il loro funzionamento. Gli ITQ-43 hanno pori piccoli e medi e sono formati da atomi di silicio e di germanio. Sono stati creati da un gruppo di scienziati spagnoli e cinesi.

SARAH HOULTON è giornalista e ha conseguito un dottorato in chimica organica all'Imperial College di Londra

Scrivete a: geologo@bbcscience.it

L'ORMONE "SOCIAL"

Più amichevoli e generosi, o maligni e invidiosi? Nuove ricerche rivelano che un ormone, l'ossitocina, può suscitare questi e altri stati d'animo

Basta pensare agli anni dell'adolescenza per avere un'idea dell'effetto dirompente che gli ormoni possono avere su di noi. Questi "messaggeri" biologici veicolano istruzioni in tutto il corpo, ordinandoci di mangiare, dormire, riprodurci e non solo: la loro sfera di influenza, infatti, va ben oltre i bisogni più primitivi. Un ormone in particolare è in grado di condizionare addirittura la nostra capacità di giudizio e ha attirato negli ultimi anni l'attenzione degli scienziati: l'ossitocina. Proprio quando gli studiosi avevano iniziato a carpirne gli effetti positivi, è emerso un "lato oscuro" che ha rivoluzionato il sapere tradizionale relativo alle nostre emozioni.

Ormai da decenni, le sue proprietà vengono sfruttate in campo ostetrico: ossitocina, in greco, significa proprio "parto veloce" per la sua capacità di stimolare contrazioni uterine. Oggi, però, questo anello peptidico sembra coinvolto in una pluralità di fenomeni, che vanno dall'orgasmo alla xenofobia.

"Non passa mese senza che venga pubblicato un nuovo studio sull'ossitocina, pieno di dati strabilianti", dice Carsten De Dreu, ricercatore specializzato e professore di psicologia dell'Università di Amsterdam. "Negli ultimi tre anni abbiamo assistito a un vero e proprio picco di interesse".

Tutto è incominciato da un esperimento condotto da Cort Pedersen dell'Università della Carolina del Nord, a Chapel Hill, alla fine degli anni Settanta. Pedersen voleva scoprire come nasce l'istinto materno delle femmine di ratto: se si avvicinava un piccolo a una femmina vergine, infatti, questa lo ignorava, o tentava di seppellirlo vivo o di mangiarlo. Qualcosa, però sembrava accadere durante la gravidanza o il travaglio, che aveva il potere di trasformare la femmina adulta da maniaca infanticida a madre amorevole.

All'epoca, era già ben noto che il sistema endocrino inonda di ossitocina il circolo ematico nella fase pre-parto; la molecola si fissa poi ai recettori ossitocinici uterini, causando contrazioni. Pedersen, però, voleva scoprire se la sostanza avesse effetti anche a livello cerebrale. Per questo, iniettò l'ormone nel cervello di femmine di ratto vergini: questa volta, invece di uccidere i

Un'immagine ingrandita dell'ormone ossitocina, altrimenti detto la "molecola morale"

FOTO: SCIENCE PHOTO LIBRARY

cuccioli nelle vicinanze, le cavie adulte cominciarono ad accudirli. Pedersen aveva dunque dimostrato, per la prima volta, che l'ossitocina svolge, a livello encefalico, una funzione che ha a che fare con l'istinto parentale.

Esperimenti successivi condotti su pecore, arvicole e umani hanno confermato che l'ossitocina, oltre a essere l'ormone dell'accudimento, promuove anche la socialità, la collaborazione, la fiducia e l'altruismo. Più recentemente, il neuroeconomista e ricercatore Paul Zak, specializzato in ossitocina, ha addirittura chiamato questo peptide "la molecola morale", in seguito a esperimenti che hanno dimostrato come la somministrazione di una dose della sostanza renda gli individui più affidabili nella gestione del denaro.

L'attività sperimentale ha subito una straordinaria accelerazione con l'arrivo delle tecnologie di diagnostica per immagini, in particolare della risonanza magnetica funzionale (fMRI), e di sequenziamento genico. De Dreu attribuisce la recente abbondanza di ricerche nel settore anche alla tendenza a ricorrere alla biologia per interpretare i comportamenti umani.

"Non passa mese senza che venga pubblicato un nuovo studio sull'ossitocina, pieno di dati strabilianti. Negli ultimi tre anni abbiamo assistito a un vero e proprio picco di interesse"

Carsten De Dreu, professore di psicologia dell'Università di Amsterdam

In questo esperimento condotto dall'Università di Zurigo, le coppie che hanno assunto ossitocina nebulizzata per via nasale hanno poi dimostrato una maggior empatia reciproca

SCOPO TERAPEUTICO

Un'area particolarmente "calda" della ricerca riguarda l'ossitocina e i DSA, o Disturbi dello Spettro Autistico: questi ultimi sono disordini evolutivi che colpiscono circa una persona su cento. Tra i sintomi dei DSA si registrano difficoltà di socializzazione, problemi comunicativi e scarsa empatia.

Secondo Larry Young, direttore della Divisione Yerkes di Neuroscienze Comportamentali e Disturbi Psichiatrici dell'Università Emory di Atlanta, l'ossitocina sembra giocare un ruolo fondamentale nell'elaborazione delle informazioni sociali: i pazienti autistici presentano notevoli difficoltà legate a questa competenza chiave. "I soggetti affetti da DSA tendono a non guardare negli occhi, e a non saper interpretare le emozioni", spiega l'esperto. Alcuni studi hanno dimostrato che le persone autistiche hanno livelli ridotti di ossitocina, e altre ricerche hanno rilevato differenze nel patrimonio genico riferibile all'ormone. Sono attualmente in corso diverse sperimentazioni per verificare se, aumentando i livelli di ossitocina in pazienti con DSA, è possibile migliorare alcuni aspetti legati alla socializzazione.

Esperimenti sulle arvicole condotti in precedenza da Young hanno provato che l'ossitocina ha effetti sulla capacità di collegare esperienze sociali ai centri cerebrali della gratificazione: l'ormone, infatti, non soltanto rende piacevoli gli scambi interpersonali, ma "costringe" il cervello a prestare attenzione ai dettagli relativi alle persone con le quali si interagisce.

I ricercatori hanno ipotizzato che, somministrando ossitocina a persone affette da autismo, si potrebbe forse riuscire a rendere più gratificanti i loro contatti sociali: "Con il tempo, l'ormone potrebbe aiutare a migliorare le interazioni e la capacità di 'leggere' le emozioni altrui", dice Young.

IL RICONOSCIMENTO

Una buona interazione sociale passa per l'attenzione ai cosiddetti "dettagli fini", tra cui i tratti somatici dei nostri interlocutori. Il riconoscimento facciale è una delle funzioni tuttora svolte molto più efficacemente dagli umani che dai computer, e gli studi sull'ossitocina stanno facendo luce su una rara patologia nota come prosopagnosia. È una malattia socialmente debilitante, al punto che le persone che ne sono colpite non sono in grado di discernere i volti, neppure quelli di partner e figli, e talvolta, stentano a riconoscere perfino il proprio viso!

Young ha scoperto che alterando il recettore dell'ossitocina nei topi, si impedisce il riconoscimento di altri topi già incontrati in precedenza; questi animali, però, non si identificano a vista ma dall'odore. Young e il suo collega dell'University College di Londra, David Skuse, si sono pertanto chiesti se il gene recettore dell'ossitocina non svolgesse anche una funzione relativa all'identificazione facciale. Per appurarlo, hanno arruolato 198 famiglie provenienti da Regno Unito e Finlandia per uno studio dedicato.

Ogni nucleo familiare comprendeva un figlio affetto da autismo, malattia che, come la prosopagnosia, comporta difficoltà di lettura dei tratti somatici.

I ricercatori hanno scoperto che una

AMPLIFICAZIONE DELL'EFFETTO PLACEBO

Un misterioso effetto dell'ossitocina, fonte di stupore per gli scienziati, potrebbe condurre a più efficaci terapie per il controllo del dolore

L'ossitocina ha potenziato gli effetti della somministrazione di un placebo in crema

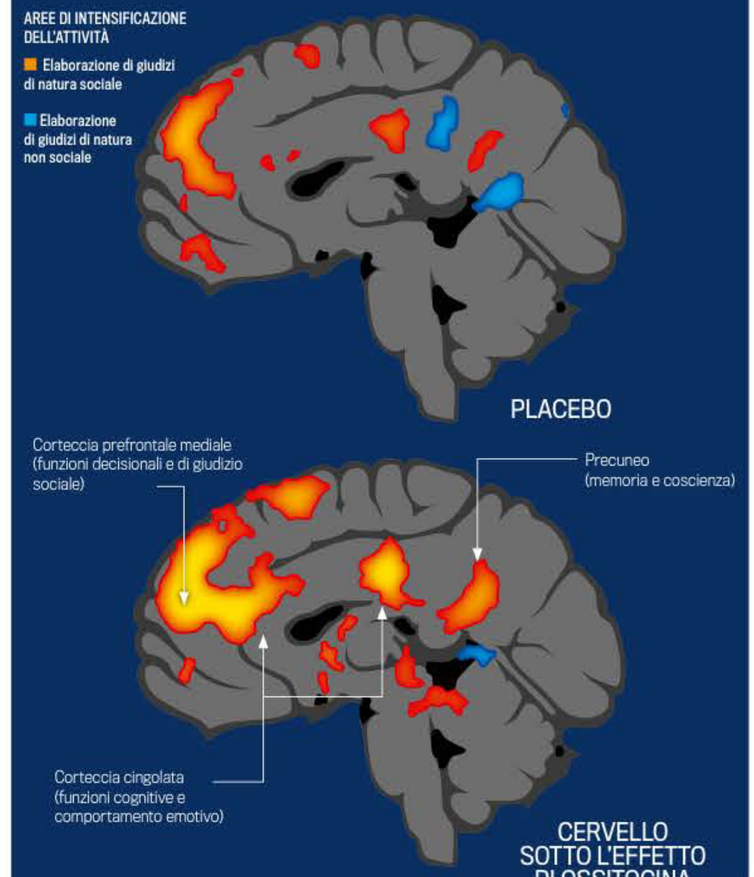
SCIENZIATI TEDESCHI hanno scoperto che l'ossitocina è in grado di potenziare l'effetto placebo dei farmaci. Ricercatori dell'Università di Amburgo hanno selezionato 80 volontari maschi e applicato creme inerti dello stesso tipo su entrambi i lati dell'avambraccio dei partecipanti. Ai soggetti, però, è stato detto che una delle pomate era un potente antidolorifico simile alla lidocaina, mentre la sostanza spalmata sull'altro lato era un semplice prodotto inerte di controllo.

È stato poi attivato uno stimolo doloroso, sotto forma di calore intenso, a entrambi i lati degli avambracci dei volontari, utilizzando un dispositivo termoregolatore chiamato Thermode. "È successo che, tipicamente, sul lato al quale i partecipanti credevano fosse stata applicata lidocaina, il dolore riferito è risultato inferiore", informa la ricercatrice Ulrike Bingel. "Il procedimento è stato lo stesso per tutti i soggetti, ma al 50 per cento di essi era stata somministrata ossitocina nebulizzata per via intranasale mezzora prima dell'esperimento. La metà restante, invece, era stata trattata con lo stesso dispositivo spray contenente però una soluzione salina". Gli studiosi hanno così scoperto che i volontari che avevano ricevuto l'ormone hanno sperimentato una maggior riduzione del dolore sulla parte del braccio dove pensavano fosse stata applicata lidocaina, rispetto ai soggetti ai quali era stata invece somministrata la soluzione fisiologica. "La prossima fase consisterà nell'esatta quantificazione dell'amplificazione dell'effetto placebo e nella valutazione di come il controllo del dolore ottenuto sia sfruttabile in campo clinico", dice Bingel.

FOTO: SCIENCE PHOTO LIBRARY, GETTY

UNA CURA PER L'AUTISMO?

Scansioni cerebrali hanno dimostrato che l'ossitocina incrementa l'attività nelle aree del cervello interessate dal disturbo neurologico



LE PERSONE affette da DSA, o Disturbi dello Spettro Autistico, faticano a esercitare competenze sociali. Oggi, l'ossitocina è stata individuata come possibile risorsa per il miglioramento delle funzioni interattive. Uno studio su vasta scala, condotto dalla facoltà di Medicina di Yale, ha dimostrato che l'ormone ha un effetto positivo sulla funzionalità cerebrale di pazienti autistici pediatrici.

Per scoprire i benefici prodotti dall'ossitocina, l'équipe ne ha nebulizzata una dose per via intranasale a bambini e adolescenti con DSA, ricorrendo poi alla risonanza magnetica per scoprire come la sostanza influenzasse l'attività cerebrale mentre i soggetti osservavano occhi umani e veicoli (formulando dunque, rispettivamente, giudizi sociali e non sociali). Ai soggetti di controllo è stato invece dato un placebo. Gli scienziati hanno trovato che l'ormone determina un incremento dell'attività in aree del cervello che gestiscono informazioni di tipo sociale.

lieve differenza nel gene recettore dell'ossitocina (sia nei genitori, sia nel figlio autistico come in altri fratelli sani) aveva un impatto significativo sulle capacità di riconoscimento facciale, e che questa leggera anomalia genica è rilevabile in circa un terzo della popolazione generale.

Sono cifre che hanno lasciato di stucco Skuse, il quale aveva inizialmente pensato a un risultato casuale: lo studioso ha quindi riesaminato i dati, correggendo scrupolosamente gli eventuali falsi positivi. L'esito del test, però, era esatto, e suggerisce che l'ossitocina potrebbe svolgere un ruolo primario nell'elaborazione di informazioni sociali, e addirittura aprire nuove strade per lo sviluppo di terapie contro i deficit percettivi.

I RISCHI DELL'OSSITOCINA

Ogni giorno vengono raccolte prove del ruolo giocato dall'ossitocina ai fini del miglioramento delle competenze sociali; la soluzione al problema delle difficoltà di socializzazione di persone autistiche, schizofreniche, sociofobiche o depresse, però, sembra essere più complessa della semplice somministrazione di uno spray nasale contenente l'ormone. Il motivo è che, così facendo, si potrebbe indurre una desensibilizzazione ai suoi effetti.

Una relazione pubblicata da Karen Bales, professoressa di biopsichiatria presso l'Università della California, a Davis, ha dimostrato che trattando arvicole maschio con dosi medio-basse di ossitocina ogni giorno per un periodo di tempo prolungato, si riduce la capacità degli animali di formare coppie stabili con loro simili in fasi successive dell'esistenza (i topi di campagna sono noti per la loro monogamia a vita).

Bales ritiene che il fenomeno potrebbe essere dovuto alla sottoregolazione dei recettori ossitocinici, o a una semplice riduzione della quantità di ormone espressa naturalmente a livello cerebrale. In ogni caso, il suo collega Young è scettico: "Sappiamo che, quando si interagisce con un figlio o lo si abbraccia, viene stimolato il rilascio di ossitocina. Dubito fortemente che, interagendo con il proprio figlio e abbracciandolo ogni giorno, si determini una sottoproduzione della sostanza", ha arguito.

Larry Young con un'arvicola: il roditore ha dimostrato che l'ossitocina stabilisce collegamenti tra l'interazione sociale e i centri cerebrali della gratificazione

Posto che Young abbia ragione, però, i problemi rimangono: nuove ricerche condotte dall'Istituto di Neuroscienze dell'Accademia Cinese delle scienze, e pubblicate dalla rivista *Nature Neuroscience*, hanno dimostrato che l'ossitocina non agisce semplicemente all'interno del cervello (in quanto neurotrasmettitore), ma anche sul cervello stesso. È infatti coinvolta nello sviluppo di un'area nota come corteccia sensoriale. "Una terapia in grado di intervenire sulla crescita evolutiva dei bambini deve essere gestita con estrema attenzione, perché se lo sviluppo si altera, le conseguenze possono essere importanti e a lungo termine", avverte Xiang Yu, tra gli autori della ricerca.

Uno studio recente ha inoltre rivelato che l'ossitocina ha anche un lato oscuro: De Dreu ha scoperto, infatti, che sembra promuovere l'etnocentrismo. Il ricercatore ha condotto cinque esperimenti su studenti olandesi, ai quali sono stati somministrati l'ormone oppure un placebo (senza dire loro di quale dei due si trattasse). In uno dei test, agli studenti è stata mostrata una coppia di parole sullo schermo di un computer: una delle due aveva connotazioni positive o negative, mentre l'altra era un nome olandese, tedesco o arabo (per gli studenti, quello degli olandesi rappresentavano il gruppo di appartenenza, mentre i tedeschi e gli arabi erano il gruppo "alieno").

I ricercatori hanno poi misurato la velocità di reazione in termini di pressione sul tasto: quando ai soggetti veniva somministrata ossitocina, aumentava notevolmente (rispetto ai soggetti trattati con placebo) la velocità di assegnazione della parola con connotazione positiva al proprio gruppo di appartenenza rispetto al gruppo estraneo. Peraltro, è stato anche rilevato che l'assunzione di ossitocina aveva scarsi effetti in termini di reazioni al gruppo alieno: non rendeva, cioè, i soggetti né più lenti né più veloci. Le prove di reazioni negative al gruppo estraneo sono dunque risultate limitate, ma in ogni caso, i comportamenti dimostrati con certezza, ovvero nepotismo e favoritismo, non sono certamente atteggiamenti da incoraggiare.

Altri studi hanno confermato che l'ormone favorisce emozioni quali l'invidia, la malignità, il compiacersi di sfortune altrui. L'ossitocina, dunque, non influenza soltanto il modo in cui trattiamo gli altri, ma ha effetti negativi anche sul nostro stesso stato d'animo. Una ricerca recente, pubblicata dalla rivista *Emotion*, che ha preso in esame giovani adulti sani, ha evidenziato che il peptide rende gli individui emotivamente ipersensibili. ■

"Dubito fortemente che, interagendo con il proprio figlio e abbracciandolo ogni giorno, si determini una sottoproduzione di ossitocina"

Larry Young, Università Emory, Atlanta

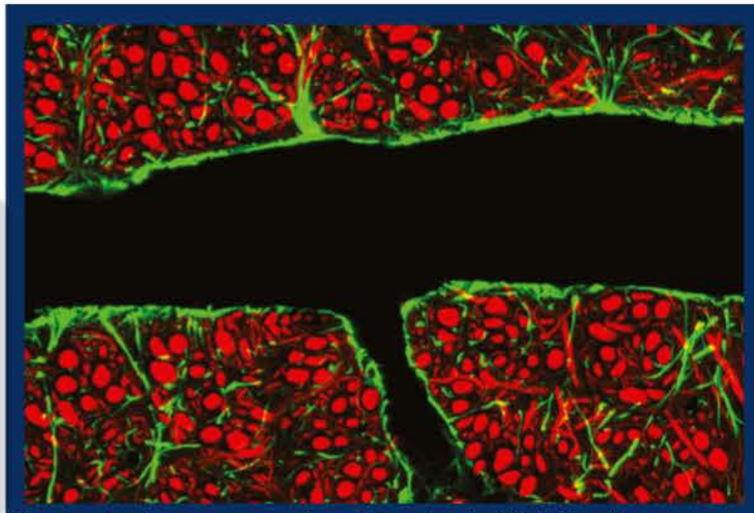
CLINT WITCHALLS è un autore di pubblicazioni di natura medica e scientifica

Scrivete a: biologo@bbcscience.it

IL MISTERO DELL'OSSITOCINA

L'ormone, somministrato sotto forma di farmaco, riesce a raggiungere il nostro cervello?

NON È POSSIBILE stabilire con certezza se l'ossitocina, assunta come spray nasale, sia effettivamente in grado di superare la barriera emato-encefalica, uno strato di cellule che protegge il cervello impedendo l'ingresso a sostanze nocive. "Il grande interrogativo è: gli effetti dell'ormone somministrato per via intranasale sono realmente dovuti alla sua azione a livello cerebrale o a fenomeni periferici?", si chiede Larry Young. Molti altri organi, infatti, sono ricchi di recettori ossitocinici: tra questi, cuore, reni e utero. "L'ossitocina potrebbe agire in altre sedi e influenzare solo indirettamente il cervello", ipotizza Young.



Vista in sezione di un vaso sanguigno (in nero) circondato da cellule gliali (verdi), che costituiscono l'infrastruttura dei neuroni (rossi). Il vaso è rivestito internamente da cellule endoteliali che formano la barriera emato-encefalica

FOTO: EMORY UNIVERSITY; ALAMY; SCIENCE PHOTO LIBRARY

OSSITOCINA ACQUISTABILE VIA INTERNET: QUALI RISCHI?

Il commercio di ormoni nasconde molti pericoli. Gli effetti dell'uso a lungo termine sono ancora sconosciuti agli scienziati

IN ITALIA L'OSSITOCINA è utilizzabile soltanto dietro prescrizione medica e in ambiente ospedaliero, ma questo non ferma commercianti senza scrupoli che vendono flaconcini di liquido sostenendo che si tratta appunto dell'ormone peptidico, e magnificandone le capacità di attirare partner sessuali e amplificare il desiderio.

Un prodotto denominato OXYTOCIN e fornito da Maxam Nutraceutics, per esempio, non contiene l'ormone ma una "miscela esclusiva di amminoacidi". Un altro prodotto, commercializzato da HBC Protocols, è invece un 'acceleratore ossitocinico' di tipo omeopatico. Entrambi i preparati sono piuttosto costosi. Se gli acquisti su Internet si riveleranno con tutta probabilità uno spreco di denaro, i familiari di bambini autistici possono invece ottenere dal medico di base, in alcuni Paesi, prescrizioni legittime per procurarsi il farmaco. Solitamente però, il metodo di somministrazione è per infusione endovenosa, e dunque l'uso previsto è all'interno di strutture sanitarie. In Italia, gli spray per somministrazione intranasale non hanno ancora ricevuto la necessaria autorizzazione al commercio, ma anche nel caso in cui si riuscisse ad acquistare legalmente ossitocina, De Dreu raccomanda prudenza: "Gli scienziati non conoscono gli effetti a lungo termine dell'uso ripetuto", avverte. "Somministrandola regolarmente a un bambino, si potrebbero indurre effetti avversi protratti nel tempo".

Acquisto sconsigliato: questi flaconcini con la scritta Oxytocin sono reperibili via Internet, ma l'assunzione dell'ormone presenta svariati rischi

EVOLUZIONE

1 MILIONE DI ANNI FA IN ITALIA

Com'era il nostro Paese a quell'epoca? Chi erano i suoi abitanti? Ecco la grande e affascinante storia dell'uomo

Il territorio italiano è un'autentica miniera d'oro per chi voglia studiare le traiettorie dell'evoluzione umana in Europa nell'ultimo milione di anni. A disposizione dei ricercatori c'è una messe di fossili umani (provenienti soprattutto dal versante tirrenico dell'Italia centrale, ma ovviamente non solo) che risalgono al Pleistocene Inferiore e Medio (più del 65 per cento del totale) e in parte al periodo più propriamente "neandertaliano" del Pleistocene Superiore (circa il 30 per cento del totale).

Ovviamente, poi, se si prendono in considerazione siti con manufatti del Paleolitico – anche se in assenza di resti fossili umani – c'è molto di più e la documentazione archeologica della preistoria italiana raggiunge le epoche del primissimo popolamento del continente, intorno a quasi un milione e mezzo di anni dal presente. A questo proposito, è opportuno fare in primo luogo riferimento al sito pugliese in prossimità della cittadina di Apricena che prende il nome di Pirro Nord. Si tratta di sedimenti ricchi di resti di animali che dovrebbero risalire a circa 1.400.000 mila anni fa associati a manufatti paleolitici molto arcaici. Se le ricerche in corso confermeranno appieno questo dato, siamo allora in presenza del sito con presenza umana più antico in Europa.

Avere un campione paleoantropologico così significativo ci consente già oggi e ci permetterà ancor di più in futuro di ricostruire con crescente accuratezza la storia del popolamento umano della penisola fino alla comparsa e alla diffusione di *Homo sapiens*. Anche da questo punto di vista, l'Italia è uno degli archivi più importanti del Pianeta, forse proprio per la sua natura di penisola, isolata su tre lati dal mare e protetta da barriere potenti come le Alpi e l'Appennino, tale da aver potuto rappresentare un'area geografica di rifugio quando le condizioni climatiche più avverse nel corso dell'ultimo milione di anni hanno spinto le popolazioni dei nostri antenati verso le coste del Mediterraneo.

FOTO: SCIENCE PHOTO LIBRARY/X2. ILLUSTRATOR: CHRIS STOCKER.CO.UK

La linea del tempo (anni fa)

1.000.000

L'Africa e parte dell'Asia meridionale erano abitate da una grande specie, cioè *Homo erectus* (si consideri però che molti autori sono propensi a distinguere questa Umanità in due specie: *Homo ergaster* in Africa e *Homo erectus* in Asia orientale). Una forma umana in qualche modo affine la troviamo in Spagna, fra circa 1.200.000 e 800mila anni fa: era *Homo antecessor* (o "uomo pioniere"). Questa specie aveva un cervello leggermente più grande degli ominidi precedenti, pur se continuava a realizzare oggetti in pietra piuttosto semplici. All'epoca, la nostra penisola era in parte costituita da pianure alluvionali che ospitavano una fauna molto ricca: risalgono a questa età resti di grandi animali, soprattutto una forma arcaica di **mammut** (nella foto), rinvenuti in gran quantità per esempio nella **zona di Perugia**.

900.000

Iniziò una prima fase di intenso raffreddamento del Pianeta che portò alla formazione di vaste distese ghiacciate e all'abbassamento del livello del mare. Alle nostre latitudini i ghiacciai alpini arrivarono quasi a toccare la Pianura Padana (ai tempi un grande golfo marino): era la prima grande glaciazione quaternaria. Verso il Mediterraneo migrarono l'elefante africano e il mammut asiatico. In italia, nel sito di **Cà Belvedere di Monte Poggiolo** (Forlì) i ricercatori hanno trovato una gran mole di manufatti paleolitici che potrebbero essere stati realizzati dalla specie umana più antica mai scoperta in Europa e al momento conosciuta solo in Spagna, cioè ***Homo antecessor***.

800.000

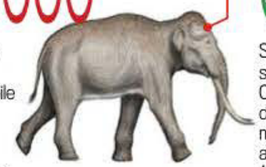
Tra 800 e 700mila anni fa ci furono evidenti cambiamenti climatici sulla Terra, come mostrato, per esempio, dalle analisi su campioni di **ghiaccio antartico**. In particolare, i livelli di anidride carbonica e metano nell'atmosfera risultavano molto bassi, anche a causa delle temperature particolarmente rigide. *Homo antecessor* dovette spostarsi sempre più a sud fino, probabilmente, a estinguersi.

700.000

Dopo il grande e prolungato freddo, successivamente a 700mila anni fa si ebbero estati particolarmente calde, con monti ricchi di foreste, laghi e fiumi frequentati da molti animali: lo scenario doveva essere a dir poco spettacolare e accogliente. Tanto da consentire la proliferazione di alcune specie, come ***Cervus acoronatus*** di cui è stato trovato uno splendido esemplare nella zona del **Lago d'Iseo**. Importanti depositi archeologici, riferibili al primo Paleolitico, associati a un'abbondanza di ossa di animali si trovano sopratutto nel **Lazio**, in **Molise** e in **Basilicata**. In questa fase, i nostri antenati costruivano strumenti perlopiù per la macellazione delle prede o, comunque, delle carcasse che rinvenivano nell'ambiente. Per farlo, usavano ciottoli di varia natura. Le pietre venivano scheggiate su un solo lato, tanto da produrre manufatti che gli archeologi preistorici chiamano "ciottoli a scheggiatura unifacciale" o ***choppers*** di tipo Olduvaiano (dal sito di Olduvai, Tanzania).

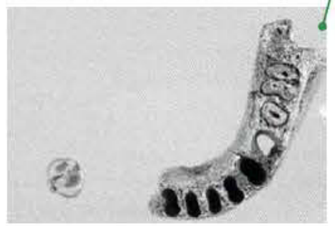
600.000

Proprio di questa epoca potrebbe essere il formidabile insieme di faune e manufatti litici rinvenuto a **Isernia - La Pineta**, in Molise: un sito sottoposto a scavo sistematico da almeno trent'anni. Dal sito molisano sappiamo che in quell'epoca si aggiravano nel nostro Paese bisonti, elefanti, rinoceronti, orsi, ippopotami, cervidi e, nelle località più fredde, il temibile leone delle caverne. A partire da questa data, in Europa gli uomini cominciano a praticare vere e proprie attività di caccia in grande stile e a utilizzare per questo nuovi strumenti in pietra: iniziano infatti a vedersi in giro i manufatti più elaborati del cosiddetto "Acheuleano", caratterizzati dalla presenza dei cosiddetti "bifacciali" (scheggiati su due facce) o "amigdale" (a forma di mandorla), detti anche "asce a mano". Se ne hanno in gran quantità, di tutte le dimensioni e ottenuti sfruttando diverse materie prime, comprese le ossa di grandi mammiferi, come ***Elephas (Paleoloxodon) antiquus*** il pachiderma forse più diffuso in Italia nel Pleistocene Medio.



500.000

Stando a recenti e accurate datazioni, si trovano a **Visogliano**, nell'area del Carso triestino, i resti umani più antichi della penisola. Si tratta di una porzione di mandibola e alcuni denti probabilmente appartenuti a un esemplare della specie ***Homo heidelbergensis*** che giacevano sotto un riparo di roccia insieme ad altri resti ossei animali. Da questo momento in poi la presenza del genere *Homo* nel nostro Paese è attestata con continuità, soprattutto in certe aree, come nel Lazio meridionale.



Homo antecessor

COME SI PRESENTAVA?

Questa specie è conosciuta tuttora solo grazie ai fossili trovati in Spagna nella Sierra de Atapuerca (Burgos) e risalenti a oltre 800mila anni fa. I fossili sembravano diversi da tutti gli altri fossili di *Homo* conosciuti. Probabilmente, le proporzioni corporee di *Homo antecessor* erano simili a quelle di noi *Homo sapiens*. Avevano una fisionomia "moderna", con le guance incavate, ma anche pesanti rilievi sopra le orbite, la fronte spiovente e un cervello di circa 1000 centimetri cubici, vale a dire 350 in meno della media attuale.

COME VIVEVA?

Homo antecessor viveva in piccole bande. La sua dieta era in parte carnivora; la carne veniva procurata attraverso la caccia o, più probabilmente con la raccolta di carcasse di animali morti. Produceva oggetti in pietra di tipo Olduvaiano e li usava per macellare le carcasse e recuperarne la carne e il midollo. Inoltre, segni di taglio sulle ossa umane indicano il consumo anche di carne umana: si tratta del più antico caso di cannibalismo noto. Necessariamente, si cibava anche delle piante e dei frutti che raccoglieva. È probabile che utilizzasse le caverne come ripari temporanei in una qualche forma di nomadismo stagionale.

DOVE VIVEVA IN ITALIA?

Non sono mai stati trovati nella nostra penisola resti umani di *Homo antecessor*, ma solo manufatti paleolitici, ipoteticamente riferibili a quella specie, compresi fra quasi 1.500.000 e circa 500.000 anni fa. Era stato ipotizzato che l'uomo di Ceprano appartenesse proprio a quell'orizzonte evolutivo, ma (come detto altrove) le più recenti analisi di terreno e di laboratorio hanno smentito questa ipotesi, anche in ragione della nuova data del fossile italiano (circa 400mila anni fa).

COSA CAPITÒ AD *ANTECESSOR*?

I resti animali rinvenuti nei siti suggeriscono che si passò da un clima molto caldo ad uno estremamente freddo intorno a 700mila anni fa. La temperatura in Europa diventò rigida e l'ambiente ostile. È probabile che *Homo antecessor* si sia estinto in questa fase e che non ci sia una continuità evolutiva con *Homo heidelbergensis* (antenato dei Neanderthal). *Homo antecessor* non avrebbe dunque lasciato discendenza.

Homo antecessor praticava il cannibalismo

FOTO: JOSE LUIS MARTINEZ ALVAREZ/WIKI, MAURICIO ANTON, CNR, WIKIPEDIA COMMONS

Homo heidelbergensis

COME SI PRESENTAVA?

Si pensa possa essere stato l'antenato sia di noi umani moderni (*Homo sapiens*) che dei Neanderthal (*Homo neanderthalensis*). Questo anche perché questa specie si diffuse almeno a partire da 600mila anni fa in Africa, Asia meridionale ed Europa. Era alto e forte. Come *Homo antecessor*, la sua faccia presentava pesanti creste sopra le orbite e fronte ancora piuttosto sfuggente, ma il suo cervello era grande in media 1.200 centimetri cubici e mostrava una maggiore complessità rispetto a quelli dei predecessori. *Homo heidelbergensis* è la più antica specie umana di cui abbiamo dei fossili in Italia. Dalla misura delle ossa sappiamo che era più alto e possente dei Neanderthal.

COME VIVEVA?

Era un cacciatore-raccoglitore e usava strumenti in pietra di un Paleolitico arcaico (Paleolitico inferiore), ma relativamente evoluto. Questi strumenti erano di foggia varia e vengono detti di tipo Acheuleano, decisamente più avanzati rispetto a quelli di *Homo antecessor*. Includevano asce bifacciali e schegge lavorate di vario tipo. *Homo heidelbergensis* era probabilmente un cacciatore esperto di animali di grossa taglia come ippopotami rinoceronti, cavalli e cervi. Visto che viveva in aree anche molto fredde questi animali potrebbero essere stati importanti anche per le pelli, che potevano essere utilizzate per coprirsi. Ci sono evidenze di strumenti fatti di corno, osso e legno (aste lunghe due metri e più).

DOVE VIVEVA IN ITALIA?

Homo heidelbergensis è presente anche dalle nostre parti già prima di 500mila anni fa. Nel corso degli ultimi decenni sono stati ritrovati vari e importanti resti fossili soprattutto nel Lazio meridionale e nel Carso triestino, mentre manufatti dell'Acheuleano sono diffusi in tutta la penisola a partire da almeno 600mila anni fa.

COSA GLI CAPITÒ?

Homo heidelbergensis cominciò ad adattarsi all'ambiente in cui viveva e in seguito sviluppò delle differenze "regionali", tali da comportare la comparsa di nuove specie. In Africa, proprio da *Homo heidelbergensis* si sarebbe evoluta la nostra specie, mentre in Europa un analogo fenomeno portò alla comparsa dei Neanderthal. Alcuni fossili, come quello di Ceprano, sono giudicati molto interessanti perché, la morfologia del cranio indica trattarsi di una forma di transizione: una sorta di "ponte" morfologico tra forme umane più arcaiche (in particolare *Homo erectus*) e le successive varietà di *Homo heidelbergensis*.

Homo heidelbergensis è la più antica specie umana di cui abbiamo fossili in Italia

La linea del tempo (anni fa)

400.000

Dopo un'ennesima glaciazione, il clima tornò a essere gradevole e le evidenze paleontologiche mostrano un gran fermento evolutivo nella **valle del Sacco** (Lazio meridionale). A **Ceprano** viene ritrovato nel 1994 un calvario (cioè un cranio privo della faccia) che sembrava antichissimo: venne in un primo momento datato a oltre 800mila anni fa. Tuttavia, più di recente, dopo approfonditi scavi durati quasi un decennio, gli studiosi ne hanno fissato l'età in circa 400mila anni. Aldilà della sua esatta cronologia, il fossile umano è uno di più importanti reperti scoperti in Europa e rappresenta probabilmente una forma arcaica di ***Homo heidelbergensis***. Più o meno coevi sono i denti rinvenuti a Fontana Ranuccio (Anagni) e i frammenti di volta cranica (porzioni di tibia, ulna e un frammento di cranio) della **Cava Pompi presso Pofi**, tutti nel Lazio meridionale.

300.000

È questa la fase, in un intervallo di clima particolarmente temperato e prima delle nuove poderose glaciazioni della seconda metà del Pleistocene Medio, in cui si notano decise affinità dei resti umani con la morfologia dei Neanderthal. Questi ominidi iniziarono a realizzare strumenti e oggetti in pietra con una tecnica di scheggiatura chiamata **Levallois** (dal nome di un sito preistorico non lontano da Parigi). I resti più importanti provengono da **Castel di Guido**, poco distante da Roma, lungo la Via Aurelia; si tratta di resti frammentari di crani e di porzioni di femore.

250.000

Homo si adattò bene alle condizioni di vita dell'Italia centro-meridionale. Da un antico alveo del fiume Aniene – nelle località di **Rebibbia Casal de' Pazzi, Ponte Mammolo e Sedia del Diavolo**, tutte oggi inglobate all'interno della periferia nord-est della città di Roma – sono emersi frammentari fossili umani piuttosto interessanti.
La caratteristica comune a tutti è quella di avere caratteri che diventeranno, poi, i tratti distintivi dei Neanderthal.
Gli studiosi utilizzano per le popolazioni umane di questa fase, appartenenti alla specie ***Homo heidelbergensis***, il termine "anteneandertaliani". La zona era popolata da animali di tutte le taglie: sia predatori (*Crocuta crocuta, Canis lupus*) che predati (*Cervus elaphus, Dama* sp. e *Capreolus capreolus*).

200.000

Appartengono a quest'epoca il molare e l'astragalo rinvenuti a **Grotta del Poggio**, presso Marina di Camerota (Campania). Siamo, ovviamente, in un orizzonte ancora anteneandertaliano. Un altro reperto che potrebbe avere questa antichità, ma c'è ancora chi lo considera più antico o anche parecchio più recente è lo scheletro fossile di una forma umana arcaica (tardo *Homo heidelbergensis* oppure *Homo neanderthalensis*?) rinvenuto nell'ottobre 1993 in una cavità carsica presso Altamura, in Puglia. Si tratta di uno scheletro pressoché completo e in ottimo stato di conservazione, largamente inglobato nelle concrezioni carsiche che lo hanno progressivamente avvolto nel corso dei millenni. Dal punto di vista della comunità scientifica internazionale è quasi incredibile che la ricerca non sia progredita a sufficienza nei vent'anni trascorsi dalla scoperta. Fortunatamente, un nuovo corso di studi ha potuto prendere inizio da alcuni anni, tanto da promettere per il prossimo futuro nuovi interessanti risultati delle analisi in corso e di quelle che verranno. In questa fase, spinto dal grande freddo che di nuovo assediava l'Europa, arrivarono dalle nostre parti anche colonie di *Mammuthus primigenius* (il mammut lanoso). Ne sono stati trovati resti persino in provincia di Lecce.

150.000

Durante la penultima fase interglaciale del Pleistocene – nota come Riss-Würm, mentre l'ultimo interglaciale è quello nel quale ci troviamo a vivere attualmente – in una località dell'attuale periferia romana chiamata in passato **Saccopastore**, lungo le rive del fiume Aniene (il più importante affluente del Tevere), si erano accumulati detriti di natura alluvionale fino a formare un insieme compatto di sabbie, argille e ghiaie dove. In quel sito, tra il 1929 e il 1936, sono stati rinvenuti resti fossilizzati di *Hippopotamus amphibious*, *Elephas antiquus*, *Bos primigenius*, altri animali e, soprattutto, due crani umani di morfologia neandertaliana, noti rispettivamente come **Saccopastore 1** e **Saccopastore 2**. Si tratta di una forma arcaica di Neanderthal della quale i due reperti rinvenuti a Roma continuano a rappresentare uno dei migliori esempi.

100.000

E possibile che nel periodo interglaciale più caldo di tutta l'ultima era glaciale i Neanderthal ebbero la loro massima diffusione, ma (curiosamente) non se ne hanno tracce fossili particolarmente più ricche che nelle fasi successive, anzi il contrario. Ci sono tuttavia diversi siti con strumenti in pietra del Museteriano, come per esempio quelli provenienti dai siti liguri di **Barma Grande** e **Madonna dell'Arma**, ricchi anche di resti di grandi pachidermi, come elefanti, ippopotami e rinoceronti.

Una scoperta chiave

VENT'ANNI FA EMERGEVANO da un sito pleistocenico nel Lazio meriodionale dei frammenti ossei di fondamentale importanza per comprendere i meccanismi dell'evoluzione umana. Stiamo parlando del cranio fossile trovato nel 1994 da Italo Biddittu nella zona di Ceprano (Frosinone).

Siamo a meno di un chilometro dalla riva sinistra del fiume Sacco, quasi alla confluenza di questo fiume con il Liri, e al centro di un triangolo che comprende Castro dei Volsci, Pofi e la stessa Ceprano. Lì cominciò un'avventura scientifica che all'inizio vide coinvolti alcuni membri illustri dell'Istituto italiano di paleontologia umana (o IsIPU); fra tutti, l'anatomo-patologo Antonio Ascenzi e il geologo Aldo Segre. L'obiettivo era recuperare dal sedimento argilloso i preziosi frammenti e farne una ricostruzione.

Il cranio sembrò subito estremamente interessante. Ricordava una forma umana estinta, nota in Asia come *Homo erectus*, che in Europa non era mai stata individuata.

Visione di 3/4 del cranio o "calvario" di Ceprano affiancata a una immaginifica ricostruzione del volto che lo stesso poteva avere

Secondo le prime ipotesi le ossa potevano risalire addirittura a un milione d'anni fa. Un dato di non poco conto se si pensa che fino ad allora si era dibattuto sulla possibilità che il primo popolamento d'Europa non fosse più antico di 500mila anni (benché le scoperte fatte ad Atapuerca, in Spagna, proprio nel 1994, avessero già messo in crisi il modello).

A Ceprano, poi, sono stati fatti ulteriori scavi e in base agli elementi acquisiti è stata proposta una nuova datazione. Il cranio dovrebbe avere 430mila-385mila anni. Eravamo abituati a pensare che ogni fossile di quest'epoca nel nostro continente dovesse rappresentare una stazione sulla via evolutiva che porterà alla comparsa del Neanderthal. Ma così non è. Il cranio di Ceprano non sembra sia appartenuto ad un antenato dei Neanderthal. La storia dell'evoluzione umana in Europa è stata, dunque, ben più complessa.

FOTO: , GIORGIO MANZI, MAURIZIO MEI (DISEGNO CRANIO), CARLO RANZI (DISEGNO UOMO DI CEPRANO), WIKIPEDIA

Homo neanderthalensis

COME SI PRESENTAVA?

I Neanderthal si assomigliavano parecchio fra loro: avevano tratti facciali molto caratteristici, un cranio davvero voluminoso, anche se di struttura arcaica, e un corpo tozzo forgiato dai probabili adattamenti alla vita in un clima freddo e secco. Sebbene il loro cervello fosse in media più grande della media attuale, è interessante sottolineare che il loro cranio era ancora allungato e basso, come quello dei predecessori, con grandi orbite oculari e uno spesso rilievo arcuato sopra le orbite. La parte posteriore della testa aveva una particolare protuberanza come uno chignon occipitale e, lateralmente, pareti ricurve dei parietali.

COME VIVEVA?

Si pensa che i Neanderthal avessero una cultura complessa, che poteva anche contemplare l'uso di simboli, cosa che caratterizzerà in modo "esplosivo" gli umani moderni. Adornamenti personali e sepolture sono evidenze rare , ma ormai consolidate. Realizzarono strumenti decisamente più avanzati dei loro predecessori, che ricadono sotto la denominazione di Musteriano, nel quale si afferma un criterio di pre-determinazione del risultato finale della scheggiatura della pietra. Mangiavano grandi quantità di carne che integravano con vegetali, ma nonostante questo tipo di dieta mista molti scheletri di Neanderthal suggeriscono carenze alimentari.

DOVE VIVEVA IN ITALIA?

I Neanderthal colonizzarono alcune aree del Paese, soprattutto le zone costiere dell'Italia meridionale, il Nord-est e diverse altre regioni. Solo di recente, è stato scoperto un resto fossile di Neanderthal anche in Pianura padana. È un osso frontale pressoché completo restituito da un'alluvione del Po: anche per questo il fossile è stato denominato Páus (da un antico nome del fiume). Secondo alcune teorie, la gigantesca eruzione dei Campi Flegrei (Napoli), verificatasi intorno a 40mila anni fa, sarebbe stata una delle concause della loro estinzione.

COSA GLI CAPITÒ?

I Neanderthal sopravvissero per centinaia di migliaia di anni in condizioni di clima molto rigido. Infine, per diversi millenni condivisero gli spazi, in Europa, con la nostra specie, *Homo sapiens*, poi si estinsero. Ci sono diverse teorie sulla loro fine. Dalla loro scarsa adattabilità al freddo intenso, alla competizione ecologica con le popolazioni umane moderne proprio per la conquista delle risorse naturali e la sopravvivenza in un ambiente così ostile. Loro, comunque, sono i nostri parenti estinti più prossimi. Sebbene non ci siamo evoluti da loro direttamente portiamo ancora una percentuale del loro DNA per effetto di un'antica ibridazione fra le due specie, avvenuta con ogni probabilità nel Vicino Oriente.

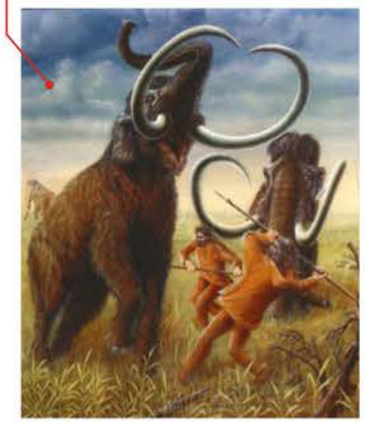
Per millenni i Neanderthal convissero con *Homo sapiens*

FOTO: SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA/MUSEO DI ANTROPOLOGIA "G. SERGI", BENI CULTURALI, WIKIPEDIA

EVOLUZIONE

La linea del tempo (anni fa)

75.000



La penisola era ormai popolata da bande di cacciatori-raccoglitori Neanderthal, in un ambiente popolato anche da **mammut**, cervi, daini, cavalli selvatici, bisonti e uri.

50.000

Un Neanderthal visse sulle rive del Po forse in quest'epoca: gli è stato dato il nome di **Pàus**. Per quanto gli studi siano ancora in corso, sappiamo che dovette condividere i suoi spazi vitali con mammut, orsi delle caverne, bisonti, alci e cervi giganti: resti di questi animali sono stati scoperti in abbondanza lungo tutto il corso del fiume. In italia centro-meridionale, le testimonianze della presenza dei Neanderthal sono piuttosto abbondanti, con particolare riferimento ai celebri siti e ai resti fossili del **Monte Circeo**. In particolare in una delle grotte del promontorio a sud di Roma, nel 1939 venne rinvenuto un cranio di Neanderthal dalla morfologia assolutamente tipica. Il cranio, denominato **Guattari 1**, venne in passato messo in relazione a una forma rituale di cannibalismo, ma questa ipotesi è stata da tempo abbandonata per mancanza di dati scientifici che la sostengano. Spostandosi più a sud, in provincia di Lecce, nella **Grotta del Cavallo** nella Baia di Uluzzo, sono stati individuati negli anni '60 alcuni denti, che sono stati di recente riconosciuti come i resti più antichi di ***Homo sapiens*** di tutta Europa. Intorno a 30mila anni fa si estinguono gli ultimi Neanderthal.

25.000

L'Italia, come il resto d'Europa, è ormai popolata solo da popolazioni di ***Homo sapiens***. Larghe aree della penisola italiana, soprattutto al nord, si presentavano come una teoria di steppe, ripari naturali e caverne. *Homo sapiens* aveva imparato a costruirsi punte di freccia più funzionali e armi da lancio in osso. In quel momento, forse per rispondere a una impellente esigenza da parte di *Homo sapiens* di raffigurare il proprio mondo interiore, fiorirono anche varie produzioni di arte paleolitica, fra cui le famose "**veneri**": figurine di donne con i caratteri sessuali particolarmente pronunciati (a volerne esaltare la fertilità). Particolarmente note in Italia sono le statuine rinvenute a **Savignano sul Panaro**, **Scandiano** e **Parabita**.

20.000

La glaciazione raggiunse il suo picco massimo e gran parte d'Europa fu ricoperta da una densa coltre bianca. Ancora una volta il livello del mare si abbassò fino a far emergere vaste aree e a unire terre che oggi sono separate dal mare, come la Sardegna e la Corsica. Popolazioni di *Homo sapiens* (ormai definitivamente stabilitosi in Europa fra 40 e 35mila anni fa) arrivarono anche in Sicilia e con loro anche mammiferi oggi scomparsi come *Equus hydruntinus*.

15.000

Le temperature tornarono ad aumentare e si verificarono numerosi e catastrofici eventi naturali. Su tutte, le grandi **eruzioni dei Campi Flegrei** (con emissione di circa 25 chilometri cubici di materiali), iniziate già intorno a 40mila anni fa, cui seguirono altre esplosioni fino quasi a 10mila anni fa.

10.000

Il nostro antenato, ormai stanziale, dopo questa data si dedicherà perlopiù all'agricoltura e all'allevamento, producendo vasi in ceramica e oggetti in fibra vegetale. Successivamente, soprattutto nell'area mediterranea, le comunità umane erigereranno recinti sacri e costruzioni megalitiche con finalità di culto. La Puglia si riempi rapidamente di **menhir** e **dolmen** mentre in Sardegna nasceranno i **nuraghi**.

5000

Noto come **Oetzi**, il corpo mummificato con tanto di abiti e armi, rinvenuto nel 1991 sul ghiacciaio del Similaun in Alto Adige, rappresenta bene la biologia e la cultura di un uomo dell'Età del Rame. Era avanti con gli anni e non perfettamente in salute. Mostra, inoltre, diversi traumi e alcuni alludono agli ultimi fotogrammi della sua vicenda umana.

Homo sapiens

FOTO: ALAMY, NATURAL HISTORY MUSEUM, THINKSTOCK, SIBYLLE PIETREK/NEANDERTHAL MUSEUM

COME SI PRESENTAVA?

Homo sapiens è la specie alla quale appartengono tutti gli esseri umani che oggi vivono sul Pianeta. L'Umanità moderna si è originata in Africa, probabilmente da *Homo heidelbergensis*, e i primi rappresentanti fossili si distinguono dalle forme umane arcaiche (compresi i Neanderthal) per avere uno scheletro più agile e leggero. Inoltre, il cervello è grande (oggi in media 1300 centimetri cubici) e la parte del cranio che lo ospita è più tondeggiante rispetto a tutte le altre specie del genere *Homo*: solo noi infatti abbiamo una fronte alta e rilievi sopracciliari poco marcati.

COME VIVEVA?

I primi umani moderni erano ancora cacciatori-raccoglitori. La differenza forse più importante tra i primi *Homo sapiens* e le precedenti specie è l'abilità di innovare a un ritmo veloce. Gli strumenti diventarono più complessi, raffinati e specializzati, per usi differenti quali cacciare, pescare, cucire. Dal momento in cui gli umani moderni diventarono più esperti e quindi abili ad adattarsi a vivere in ambienti differenti si diffusero rapidamente nel mondo.

Negli ultimi 12mila anni ci siamo resi conto che potevamo controllare l'allevamento e la crescita di animali e piante ed abbiamo iniziato a "produrre" il cibo. Siamo poi unici nel nostro modo "culturale" di interagire tra noi e con l'ambiente. Il nostro cervello ci rende capaci di costruire legami sociali complessi. Siamo inoltre in grado di produrre arte, musica, rituali. E non solo…

La nostra specie si differenzia dalle altre per la capacità di innovare e di modificare l'ambiente in cui abita

DOVE VIVEVA IN ITALIA?

Il nostro Paese fu uno dei primi territori popolati dai primi *Homo sapiens* già 45mila anni fa. La conferma arriva da due studi pubblicati su *Nature* e inerenti alla datazione al radiocarbonio di due denti ritrovati nella Grotta del Cavallo, nella Baia di Uluzzo, in Puglia, ma anche delle straordinarie evidenze archeologiche e paleontologiche che abbonadano in diversi altri siti, come per esempio nella Grotta di Fumane in Valpolicella.

GIORGIO MANZI, paleoantropologo all'Università La Sapienza di Roma, è autore di numerose pubblicazioni scientifiche, soprattutto inerenti il primo popolamento dell'Europa e la biologia di popolazioni umane antiche. Il suo ultimo libro è *Il grande racconto dell'evoluzione umana* (Il Mulino, 2013)

Scrivete a: biologo@bbcscience.it

TECNOLOGIA

SPIE COME NOI

Microcamere negli orologi e cimici nelle valigette: la tecnologia usata dalle spie è sempre stata piuttosto fantasiosa. Ma al giorno d'oggi tutti abbiamo a disposizione i mezzi per dedicarci a un po' di spionaggio...

ILLUSTRATZIONE: THE WHITE BALANCE

Il dialogo potrebbe arrivare direttamente dalle pagine di un romanzo di Ian Fleming. "Mi scusi, ci siamo forse già incontrati, a Malta, nel 1999?". "Be', sono stato davvero a La Valletta, ma nel 2000".

Questo scambio di battute però non è tratto da un romanzo. È infatti una conversazione programmata e avvenuta davvero a Roma, nel 2010, tra due persone: un ufficiale dei Servizi di intelligence internazionale russi (SVR) e una spia russa che viveva negli Stati Uniti dalla metà degli anni Novanta, con il falso nome di Richard Murphy.

Il dialogo, utilizzato dai due per riconoscersi, è contenuto in alcuni documenti forniti dall'FBI alla giustizia americana, dopo una lunga indagine su una rete di spie russe che agiva negli Stati Uniti. Un'operazione che ha avuto come esito la consegna di dieci agenti segreti in Russia, in cambio di quattro russi accusati invece di spionaggio per conto dei Servizi segreti americani e britannici. Un altro, considerato il tesoriere della rete di spie e residente a Cipro, è fuggito. Com'è comprensibile, il caso ha suscitato grande interesse sui media e ha ricordato con forza che quasi due decenni dopo la fine della Guerra Fredda le spie esistono ancora, nonostante la moderna tecnologia disponga di mezzi quali satelliti e aerei spia.

"Ci sono operazioni che solo gli esseri umani possono compiere davvero", commenta Paul Maddrell, un esperto in servizi segreti all'Università di Aberystwyth. "Perciò, anche se ormai esistono droni spia e così via, c'è ancora bisogno di persone". Sul suo sito, l'MI5 (l'agenzia per la sicurezza e il controspionaggio del Regno Unito) stima che almeno venti diversi servizi di intelligence siano all'opera contro gli interessi inglesi, in maggiore o minor misura. "La preoccupazione principale sono i russi e i cinesi".

LA MISSIONE È...

Un messaggio indirizzato dall'SVR a due delle spie russe negli Stati Uniti, "Richard" e "Cynthia Murphy", rivela senza possibilità di fraintendimento quale fosse il loro compito: "Siete stati inviati negli USA per una missione a lungo termine. I vostri studi, conti bancari, la macchina, la casa e così via servono a un unico scopo: completare la missione principale, ovvero cercare di allacciare e sviluppare legami con circoli politici negli Stati Uniti e inviare rapporti a "C" (la sede centrale dell'SVR, a Mosca)". L'FBI sostiene che il piano delle spie fosse reclutare persone ("risorse") che facessero parte di questi circoli o si potessero infiltrare in essi.

A rendere intrigante il caso è la luce che getta sulle tecniche usate dalle spie moderne – ovvero la tecnologia utilizzata per inviare questi "rapporti" ai tesorieri russi. Non è la prima volta che capita la possibilità di scoprire qualche dettaglio sui mezzi di spionaggio moderni. Uno dei più recenti, nonché certamente uno dei più bizzarri, è una falsa pietra che, secondo le accuse dei russi, agenti inglesi avrebbero lasciato cadere su una non meglio precisata strada di Mosca, nel 2006, e che avrebbe celato una radio ricetrasmittente. I russi sostenevano che un agente sarebbe stato quindi in grado di scaricare informazioni di fronte a un membro dello staff dell'ambasciata, che passando avrebbe potuto recuperare le informazioni grazie a un computer portatile. James Bond ne sarebbe stato fiero. Questa però è la prima volta, nella storia recente, che così tanti particolari vengono rivelati.

Le "rimostranze" inviate a una corte di New York descrivono come gli agenti dell'FBI abbiano fatto irruzione, o, per dirla con loro, siano "entrati di nascosto" nelle case dove i russi vivevano. Perquisendo un'abitazione nel New Jersey hanno rinvenuto cd contenenti software per la steganografia sviluppati dai Servizi segreti russi. La steganografia permette di nascondere un messaggio segreto all'interno di una fotografia, in maniera così sottile che a occhio nudo l'immagine sembra del tutto priva di qualsiasi ritocco. Le spie avevano pubblicato delle fotografie con messaggi segreti su alcuni siti Internet, in modo tale che potessero venire analizzate a Mosca. Chiunque avrebbe potuto scaricare quelle immagini, ma senza accorgersi dei messaggi.

Steven Bellovin, docente di Informatica alla Columbia University, dice che questo è il primo caso documentato di steganografia attraverso Internet. "L'idea di nascondere informazioni nelle immagini su web circola da anni, ma questa è la prima volta che simili affermazioni sono state effettivamente comprovate".

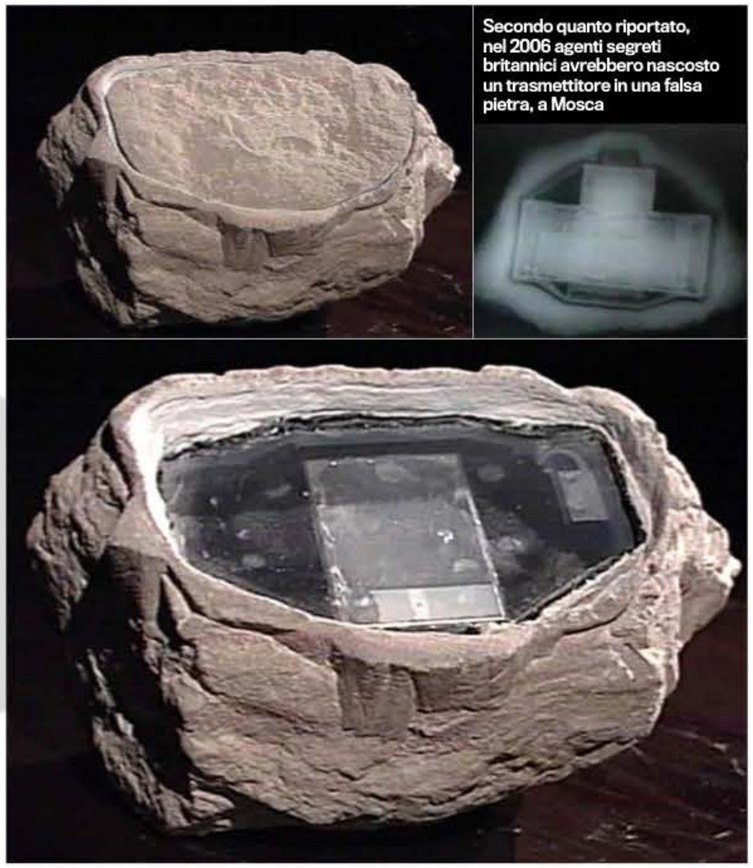
Una cosa è certa: la steganografia è così difficile da individuare che chiunque ne farebbe la tecnica preferita, in questi casi. "Anche se le autorità visitassero il sito di un sospettato, vedrebbero solo foto delle sue vacanze o dei figli. A meno di sapere già cosa cercare, non potrebbero accorgersi di messaggi nascosti in questo modo", spiega Bellovin. In questo caso, però, dopo aver perquisito le abitazioni e aver scoperto i software di steganografia, oltre ai link a diversi siti sull'hard drive di un computer, le autorità americane sapevano esattamente cosa cercare.

DISPOSITIVI COMUNI

Anche se i russi usavano il software di steganografia dell'SVR, programmi di questo tipo sono disponibili per chiunque. L'FBI ha scoperto una delle spie, l'affascinante Anna Chapman (nella foto a destra), mentre utilizzava un dispositivo ancora più comune – un laptop con connessione Wi-Fi – per trasferire dati a un funzionario del governo russo. I documenti forniti alla corte rivelano che, durante circa dieci mercoledì tra gennaio e giugno del 2010, la Chapman è stata vista "nelle vicinanze" dell'uomo. Lei si trovava in un bar di Manhattan o in una libreria; a volte il funzionario passava su un minivan, a volte passeggiava nei dintorni con una valigetta. La Chapman stava trasferendo dati al laptop dell'uomo grazie a una semplice connessione Wi-Fi. Sarebbe stato un sistema più sicuro, rispetto a inviare le informazioni via Internet, ma l'FBI era già sulle tracce della donna.

Le prove raccolte dall'FBI rivelano che computer, laptop, memory card (come quelle delle macchine fotografiche digitali) e cellulari con schede prepagate sono l'equipaggiamento preferito dalle spie di oggi e presentano precisi vantaggi. "L'ultima cosa che una spia vorrebbe è farsi catturare con qualche sconosciuto, inspiegabile dispositivo tecnologico", dice Bart Bechtel, che ha lavorato come agente della CIA per vent'anni, in Paesi come Turchia e Indonesia, tra gli altri. "Ipotizziamo, per esempio, che una spia abbia un incidente d'auto e resti priva di sensi fino all'arrivo di polizia e paramedici. Le autorità cercheranno un documento d'identità, nell'eventualità di dover avvisare i parenti di quanto accaduto. Se trovassero addosso alla spia qualche strano dispositivo, comincerebbero a fare domande del tutto diverse".

Durante la Guerra Fredda, i servizi di spionaggio governativi possedevano



Secondo quanto riportato, nel 2006 agenti segreti britannici avrebbero nascosto un trasmettitore in una falsa pietra, a Mosca

FOTO: REX, GETTY X5, SCIENCE PHOTO LIBRARY, ALAMY

Anna Chapman: espulsa dagli Stati Uniti per spionaggio per conto della Russia

Gli "attrezzi" delle spie moderne

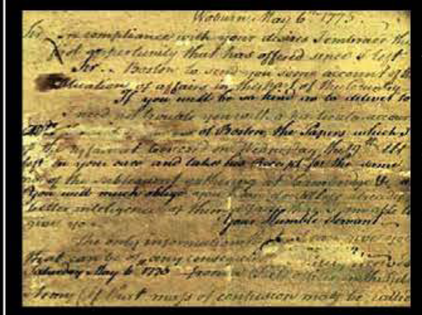
Le spie russe utilizzavano un misto di tecniche nuove e tradizionali per inviare a Mosca le informazioni raccolte

STEGANOGRAFIA

In senso lato, il termine si riferisce a un metodo per nascondere un messaggio in modo tale che solo il mittente e il destinatario possano rendersi conto della sua esistenza. Non si tratta di un'idea nuova. Nell'antica Grecia, per esempio, il messaggio sarebbe stato tatuato sulla testa rasata di uno schiavo. I capelli sarebbero ricresciuti, ma il destinatario avrebbe potuto recuperarlo rasando nuovamente la testa dello schiavo. Da allora, tuttavia, si è fatto qualche passo avanti. La steganografia digitale usata dalle spie russe si basa su minime modifiche effettuate su una fotografia per celare un testo. Il processo per riuscirci è ingegnoso. Il computer assegna a ogni pixel di un'immagine un valore numerico, in base alla quantità di rosso, verde e blu necessari per mostrarlo. In un computer il messaggio, ovvero un frammento di testo, risulterebbe a sua volta rappresentato da figure. Il software di steganografia modifica lievemente i numeri nella fotografia originale, in modo che quelli del messaggio siano criptati secondo un criterio particolare. Se il destinatario possiede il medesimo software, è in grado di recuperare i numeri del messaggio, e quindi il testo stesso. Per impedire che il nemico scopra questo sistema è fondamentale che la brillantezza e la colorazione della fotografia originale siano modificate in maniera così lieve da non potersene rendere conto a occhio nudo. I file copiati da uno dei computer scoperti durante le ricerche dell'FBI comprendevano link ad alcuni siti web, che a loro volta presentavano link a ulteriori siti, contenenti fotografie modificate steganograficamente.

IL WI-FI DELLE SPIE

Se si usa un laptop in un luogo pubblico e si desidera accedere a Internet, di solito ci si collega a un hotspot Wi-Fi. Ma la spia Anna Chapman (a sinistra), seduta in un bar o in una libreria di Manhattan, collegava il proprio computer a un hotspot a cui un altro agente russo poteva connettersi. A quel punto, un software personalizzato trasferiva file dal computer della Chapman agli incaricati. "Non conosco i dettagli del laptop usato dalla donna, ma in genere quello che occorre nell'interfaccia del Wi-Fi è la cosiddetta *modalità ad hoc*", spiega Steve Bellovin, docente del dipartimento di informatica della Columbia University. "In quel modo, il laptop stesso diventa un hotspot". Questa rete di computer è potenzialmente più sicura rispetto al semplice trasferimento di file attraverso Internet.



INCHIOSTRO INVISIBILE

Anche in questo caso non si tratta precisamente di un'idea innovativa, ma sembra sia ancora molto in voga, a quanto si può dedurre dalle tecniche delle spie russe. Nell'abitazione di New York sorvegliata grazie alle cimici una delle spie è stata sentita parlare di qualcosa di "invisibile" e di qualcos'altro da passare a qualcuno in un libro. L'FBI sostiene che la conversazione avesse a che fare con un viaggio programmato in una non meglio specificata nazione sudamericana, dove le informazioni sarebbero state consegnate a un incaricato russo. Nel rapporto dell'FBI alla corte non si menziona di preciso quale tipo di inchiostro invisibile sarebbe stato usato; perciò, sempre che ne siano a conoscenza, i Servizi segreti non intendono comunque rivelarlo. Per lo più il metodo consiste nell'utilizzare un inchiostro che scolora asciugandosi, facendolo poi ricomparire in qualche modo. Si può usare il succo di limone, per esempio, rendendolo poi di nuovo visibile grazie al calore di una lampadina o di una candela.

RADIO A ONDE-CORTE

Le spie russe utilizzavano la tecnologia del XXI secolo, ma anche delle radio a onde corte, di cui gli agenti segreti si servono fin dagli anni Cinquanta. Ascoltando le conversazioni tra due delle spie, nell'abitazione newyorkese sotto sorveglianza, l'FBI ha sentito quelli che nel rapporto vengono definiti "ticchettii elettronici". Le comunicazioni da Mosca alle spie sarebbero sembrate codice Morse, ma è probabile che si sia trattato di una sequenza molto breve di numeri, letti da una voce artificiale generata dal computer. Le sequenze sarebbero state trasmesse in un momento preciso, in modo che data e ora fossero difficili da individuare – a meno che le autorità non stessero già sorvegliando la casa, naturalmente. I numeri sarebbero poi stati decrittati grazie a un codice e trasformati in un messaggio.

COME CATTURARE UNA SPIA

L'FBI ha combattuto la tecnologia delle spie russe con la propria

Per molti anni l'FBI ha tenuto orecchie e occhi aperti sulla rete spionistica russa, piazzando cimici negli appartamenti e nelle case dei suoi membri, nascondendo telecamere in luoghi pubblici e stanze d'albergo e monitorando mail e telefonate.
Nel 2005, gli agenti dell'FBI hanno anche fatto irruzione nelle case di alcune delle spie e hanno scattato foto alle prove, oltre a copiare i dischi rigidi dei computer. Le perquisizioni sono state particolarmente fruttuose, dato che le spie si sono rivelate quantomeno distratte nel lasciare in giro elementi rivelatori.
Perquisendo una casa nel New Jersey, gli agenti dell'FBI hanno trovato le istruzioni "alt", "control", "e" su un foglio, oltre a una sequenza di 27 caratteri, che, in seguito, si sono rivelati codici per accedere ad alcuni dischi che l'FBI aveva copiato. Su uno è stato scoperto il software di steganografia usato dai russi per trasmettere messaggi segreti. Grazie al programma, l'FBI è riuscito a leggere "ben oltre 100 messaggi".
Durante un'altra perquisizione nella casa di una spia a Boston, sono stati ritrovati dischi contenenti messaggi cancellati. Quando qualcosa viene eliminato da un computer, in realtà a essere cancellato è semplicemente l'header del nome del file: i dati, invece, restano intatti finché non vengono sovrascritti. Perciò, l'FBI è riuscito a recuperare i dati – bozze di messaggi inviati all'SVR di Mosca in steganografia. Sarebbe bastato usare un software per la sovrascrittura dei dati, comunemente disponibile, per cancellare per sempre i messaggi.
Quando Anna Chapman se ne stava in un bar o in una libreria di Manhattan a inviare dati al suo contatto, non sapeva che l'FBI la stesse tenendo d'occhio. I federali sono riusciti a individuare la mini-rete che le spie avevano creato, usando un software per l'individuazione delle reti che è liberamente in vendita. Ogni volta che i due comunicavano, l'FBI individuava lo stesso MAC (Media Access Control): numeri univoci che identificano un computer rispetto a una rete. Se avessero cambiato o "parodiato" gli indirizzi MAC dei loro computer, gli scambi tra i due russi sarebbero stati difficili da tracciare.

laboratori dove creare fantasiosi gadget per equipaggiare i loro agenti. Ma la velocità con cui la tecnologia in commercio si è sviluppata in anni recenti ha fatto sì che i servizi segreti prendessero un'altra strada. "Circa dieci anni fa, la CIA ha ammesso che non c'era modo per i suoi laboratori di restare al passo con la moderna tecnologia, quindi hanno smesso di tentare, aprendo invece un'impresa con capitale di rischio chiamata In-Q-Tel, che finanziava altre compagnie per farlo".

Gli investimenti della In-Q-Tel comprendono Attensity Group, una compagnia che sviluppa software per ricavare informazioni e opinioni da forum on line e social media. Oppure, MotionDSP, che ha creato software per migliorare la tecnologia video.

FOTO: REX. ILLUSTRATION BY THE WHITE BALANCE

LE SPIE TECNOLOGICHE

Le moderne telecomunicazioni rappresentano una miniera di opportunità per le spie. Sujeet Shenoi, docente d'Informatica all'Università di Tulsa, è stato membro del comitato consultivo dell'FBI. Afferma che il servizio di posta elettronica gratuito di Google, Gmail, potrebbe essere sfruttato per scopi nefasti. "Basterebbe possedere un account condiviso da due persone. Se io creassi una bozza – non una mail, solo una bozza – l'altra persona in possesso della password potrebbe accedere e leggerla. Il messaggio non è stato tecnicamente spedito: per essere intercettato dalle forze dell'ordine, dovrebbe venire trasmesso. Invece una bozza è solo archiviata".

Secondo Shenoi, anche usare Google Voice è comodo per chi è coinvolto in operazioni di spionaggio sotto copertura. Si può programmare, infatti, per comporre un numero che faccia squillare diversi telefoni, oppure quello di un luogo specifico.

KIT DI SPIONAGGIO

Non c'è bisogno di lavorare per i Servizi segreti per mettere le mani su qualche gadget ingegnoso

TELEFONI SPIA
I cellulari moderni -possono diventare sistemi portatili d'intercettazione. Questo telefono permette di vedere qualsiasi chiamata, SMS e mail, che vengono girati su un account web a scelta. Il software è addirittura in grado di accendere il telefonino se si effettua una chiamata da un numero preimpostato, rendendo così possibile ascoltare ciò che viene detto nelle vicinanze dell'apparecchio. E c'è perfino un'opzione che consente di origliare una chiamata in corso.
Spy Phone
Da Spyphones.co.uk
Prezzo: 849 £ (circa 1017 euro)

ASCOLTARE ATTRAVERSO I MURI
Questo amplificatore a contatto sembra garantire la possibilità di origliare conversazioni anche attraverso muri di cemento spessi fino a 30 centimetri.
Listen Through Wall Device
Da eyetek.co.uk
Prezzo: 140 £ (circa 168 euro)

REGISTRATORE PER TELEFONO FISSO
Questo registratore digitale va collegato alla linea telefonica fissa che è necessario monitorare. Il registratore si attiva comodamente con la voce: in questo modo, si accenderà solo quando la linea viene usata.
Landline Telephone Recorder
Da Spyequipmentuk.co.uk
Prezzo: 178.80 £ (circa 214 euro)

REGISTRATORE VOCALE
Se c'è bisogno di documentare un incontro importante, allora l'ideale è usare un orologio con registratore vocale. Basterà premere un bottone e diventerà possibile registrare per quasi 9 ore.
Watch Recorder - Digital Watch Recording Device
Da spytechs.com
Prezzo: 189,90 £ (circa 228 euro)

LOCALIZZAZIONE
Questo tracciatore GPS può essere posizionato, per esempio, su un'auto, permettendo di verificare dove si è recata. Per farlo basterà recuperare il dispositivo e controllare il percorso del tracciatore su Google Maps.
LandAirSea Tracking Key GPS Logger
Da uspystore.com
Prezzo: 189,99 £ (circa 228 euro)

MONITORARE UN COMPUTER
Questo software rileva i tasti battuti: basta collegare la linea USB e poi connetterlo a una porta USB sulla parte posteriore del computer. Il dispositivo memorizzerà ogni tasto battuto, permettendo di controllare mail, attività su Internet e ogni documento scritto.
Computer Keystroke Logger USB
Da Spyequipmentuk.co.uk
Prezzo: 59,95 £ (circa 72 euro)

IL GRANDE FRATELLO DELLO SPIONAGGIO

La rete Echelon

"Doveva essere il guardiano del villaggio. Lo hanno invece trasformato in un cannibale". Con queste parole Fred Stock, un ex-agente dei servizi segreti canadesi, sintetizza le motivazioni che, nel 1993, lo spingono a denunciare il funzionamento della più vasta rete di intelligence informatica mai esistita: Echelon ("scaglione" o "gradino"). Le dichiarazioni di Stock avviano una serie di inchieste che squarceranno il velo sul progetto tenuto fino ad allora top secret; l'agente del resto è ben informato: ha lavorato per anni proprio nell'ambito di tale programma.

Echelon, nato durante la Guerra Fredda da una collaborazione tra intelligence americana e intelligence inglese, si proponeva, alle origini, finalità esclusivamente militari in funzione anti-sovietica (il guardiano del villaggio). Con il tempo, però, le finalità si erano per così dire allargate a numerosi altri settori di attività (politico, economico finanziario ecc.), mentre oggetto della raccolta di informazioni poteva diventare qualsiasi Paese, anche eventualmente un alleato (in questo senso Stock parlava di "un cannibale"). Echelon diviene quindi un potentissimo sistema di intercettazione capace di controllare, selezionare e registrare ogni forma di comunicazione terrestre.

Una rete composta da 120 sofisticati satelliti artificiali (soprattutto tipo Key Hole e Lacrosse), 11 stazioni a terra in grado di ricevere le informazioni e due grandi centri per l'elaborazione dei dati, uno in Gran Bretagna, a Menwith Hill, e l'altro in Australia a Pine Gap. Un'organizzazione concepita nell'ambito dell'accordo iniziale intervenuto tra Londra e Washington, detto UKUSA, al quale hanno successivamente aderito anche Canada, Australia e Nuova Zelanda.

Responsabile del progetto è la National Security Agency (NSA) in collaborazione con la CIA.

Sull'esatto funzionamento di Echelon si sa molto poco, per la verità; sicuro è che un certo numero di stazioni a terra è orientato sui satelliti messi in orbita per intercettare chiamate telefoniche, fax, posta elettronica. Altre stazioni invece registrano le comunicazioni a livello nazionale. Non sfuggono nemmeno le informazioni che passano attraverso i cavi sottomarini, nel momento in cui i messaggi cominciano a viaggiare via etere per raggiungere i destinatari. Naturalmente il compito più difficile nell'infinita mole di dati raccolti consiste nella selezione dei messaggi "interessanti". Operazione che avviene sulla base di "parole-chiave" contenenti espressioni convenzionali, specifici riferimenti a determinate situazioni o a nomi di personaggi considerati "sospetti". È chiaro quindi che il sistema può essere orientato in qualunque momento verso le direzioni desiderate. Sempre per scopi leciti? È la domanda che ricorre più spesso quando si parla del programma Echelon. Ma non è finita.

Attualmente è, infatti, in costruzione nello Stato dello Utah (USA), la più imponente struttura di intelligence mai concepita: lo Utah Data Center, gestito anch'esso dall'NSA. Un colossale silos informatico capace di intercettare qualunque tipo di comunicazione, militare e non militare. Quindi non solo telefonate, mail e fax, ma anche le tracce delle attività più personali dell'individuo, come le ricevute del parcheggio, le ricerche fatte su internet, gli itinerari dei viaggi, l'acquisto di libri e così via. Tutto ciò consentirebbe al Center dell'NSA di ricostruire il profilo virtuale della persona, con i suoi gusti, le sue preferenze, le sue debolezze... Siamo ormai al Grande Fratello su scala planetaria *(Domenico Vecchioni)*.

"Il governo potrebbe controllare il telefono della spia, ma non altri. Si potrebbe utilizzare quello di un negozio o di una stazione".

Secondo Shenoi, anche gadget acquistabili senza difficoltà sui cataloghi a bordo degli aerei si possono comodamente trasformare in strumenti utili per una spia. "Per esempio, gli occhiali da sole con lettore MP3 incorporato, che permettono di indossarli mentre si ascolta musica. Alcuni agenti hanno rimosso il dispositivo MP3 collegandolo a un bancomat per rubare i numeri delle carte di credito".

Anche se, in apparenza, l'FBI è stato incredibilmente esplicito nei rapporti consegnati al tribunale, secondo Shenoi è probabile che sia molto di più quello che non si verrà mai a sapere. "L'FBI non rivelerebbe mai tutte le informazioni. Probabilmente hanno divulgato solo quanto serviva a far incriminare le spie. Sono certo che ci sia sotto molto altro e che questa sia solo la punta dell'iceberg". Shenoi è responsabile del programma Cyber Corps dell'Università di Tulsa, un'iniziativa del governo che ha lo scopo di reclutare le menti più brillanti nel campo delle tecnologie informatiche per impedire a Paesi stranieri di mettere le mani su informazioni delicate e aiutare i servizi segreti americani. Il sito dei Cyber Corps di Tulsa dice che i suoi studenti hanno iniziato a lavorare con la CIA e l'FBI. È significativo che vi si legga anche: "parlare fluentemente una lingua straniera poco comune o insolita è un'importante risorsa!". Per quanto riguarda, infine, il futuro delle tecnologie di spionaggio, si cominciano già a vedere dei cambiamenti. Un libro dedicato allo sviluppo delle tecnologie spionistiche degli Stati Uniti, *Spycraft* di Robert Wallace e H. Keith Melton, include le fotografie di venti elementi dell'equipaggiamento di spie americane caduti in mano ai russi negli anni Settanta e Ottanta. Tra gli altri, mostra una telecamera nascosta in una stilografica e un taccuino con carta speciale per annotazioni segrete. "Oggi, in pratica tutto questo si può fare con un semplice smartphone", sostiene Melton. È un cambiamento di cui anche Shenoi si rende conto. "Una persona comune, oggi, ha più possibilità ed equipaggiamento di intere agenzie di servizi segreti della Seconda guerra mondiale, e forse anche degli anni Sessanta e Settanta". ■

ANN RIDGWAY lavora per l'edizione inglese

Scrivete a: redazione@bbcscience.it

IN EDICOLA

COME ABBIAMO SCOPERTO...

COME COSTRUIRE UN COMPUTER

Oggi le diamo per scontate, ma ingegneri e matematici hanno impiegato secoli per sviluppare le macchine che avrebbero sconfitto la Germania nella Seconda guerra mondiale e inaugurato il mondo moderno

L'Umanità usa da sempre strumenti per calcolare, e forse il più affascinante e sofisticato tra quelli sopravvissuti dall'antichità è la macchina di Anticitera, recuperata nel 1900 da un naufragio greco. Fitto di rotelle e ingranaggi, questo meccanismo sbalorditivo veniva usato probabilmente per prevedere i movimenti del Sole, della Luna e dei pianeti. Alcuni affermano che la macchina di Anticitera era, di fatto, un antico computer. Ma oggi, quando usiamo questo termine, ci riferiamo in genere alle macchine universali del tipo che si è andato delineando a metà del Novecento, quelle che svolgono operazioni logiche manipolando stringhe di numeri e seguendo una serie di istruzioni che formano un programma.

Secondo questa definizione, il primo vero antenato del computer moderno è probabilmente l'addizionatrice meccanica inventata dal matematico francese Blaise Pascal nel 1642. Detto in seguito "pascalina", questo apparecchio usava un meccanismo ingegnoso fatto di rotori interni per sommare i numeri inseriti girando una serie di quadranti metallici sulla sua faccia superiore. Nel corso della generazione successiva il matematico tedesco Gottfried Leibniz creò una macchina più sofisticata dotata del cosiddetto traspositore a gradini, che non solo sommava e sottraeva numeri fino a 16 cifre, ma poteva anche moltiplicare e dividere quelli fino a 8 cifre. Questi apparecchi furono gli antenati delle calcolatrici meccaniche che ebbero grande diffusione ancora fino all'inizio del XX secolo, ma erano progettate per un'unica funzione, piuttosto limitata. La chiave per un approccio più versatile – quella che oggi chiameremmo programmabilità – venne da una direzione inattesa.

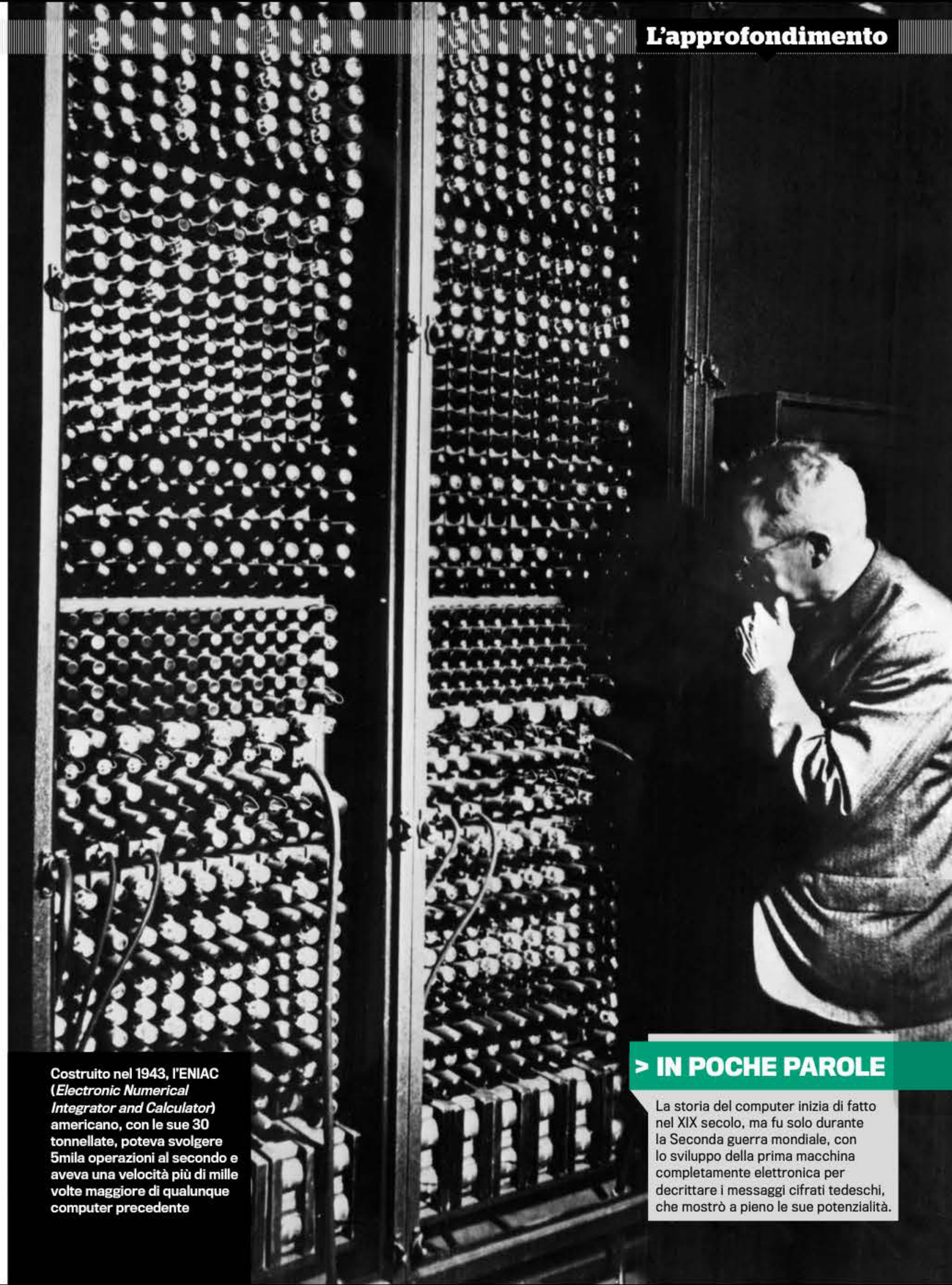
Joseph Marie Jacquard era un tessitore e inventore dilettante francese che applicò alle proprie invenzioni la sua esperienza con i telai. Durante l'esposizione industriale di Parigi del 1801, presentò un telaio che controllava il modo in cui tesseva "leggendo" automaticamente una serie di schede perforate. Il telaio di Jacquard rivoluzionò l'industria della tessitura; nel giro di dieci anni se ne usavano qualcosa come 11mila in tutta la Francia. Ma la cosa più importante è che diede vita all'idea di una macchina la cui configurazione si può alterare per svolgere compiti diversi: questa idea avrebbe influenzato l'uomo che molti considerano il padre dei computer.

Precursore del computer? Gli antichi greci usavano la macchina di Anticitera per prevedere gli eventi celesti

MERAVIGLIE TESSILI

In un intervento del 1822 alla Royal Astronomical Society, il matematico e poliedrico intellettuale Charles Babbage descrisse per sommi capi la struttura e il funzionamento di un apparecchio che chiamò *Difference Engine* ("macchina differenziale"), in grado di svolgere calcoli complessi in modo molto più veloce e preciso di un essere umano. Babbage propose di usarla per calcolare le tavole dei moti dei pianeti, che all'epoca erano necessarie per la navigazione, e avendo suscitato l'interessamento del governo britannico, l'anno successivo avviò la costruzione. Era però un progetto assai complesso, e nel decennio successivo il lavoro si arenò, dopo che Babbage e l'ingegnere Joseph Clement ebbero sforato con i costi. Ma nel 1842, quando le autorità tagliarono i finanziamenti, Babbage aveva già intrapreso un

FOTO: CORBIS X2



Costruito nel 1943, l'ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Calculator*) americano, con le sue 30 tonnellate, poteva svolgere 5mila operazioni al secondo e aveva una velocità più di mille volte maggiore di qualunque computer precedente

> IN POCHE PAROLE

La storia del computer inizia di fatto nel XIX secolo, ma fu solo durante la Seconda guerra mondiale, con lo sviluppo della prima macchina completamente elettronica per decrittare i messaggi cifrati tedeschi, che mostrò a pieno le sue potenzialità.

progetto ancor più ambizioso, il primo macchinario che potremmo riconoscere come computer a tutti gli effetti. Questa *Analytical Engine* ("macchina analitica") era incredibilmente complessa. Sarebbe stata in grado di compiere un vasto assortimento di operazioni ben al di là di quelle aritmetiche, come seguire istruzioni diverse a seconda del verificarsi di una certa condizione. Poteva elaborare dati forniti su un insieme di schede perforate in base a istruzioni contenute su altre schede, e restituire in risposta dati su una semplice stampante o un plotter. Aveva anche un'architettura interna modulare composta da unità distinte per gestire i calcoli, e una memoria interna in cui conservare i numeri per poi recuperarli. Babbage ricevette un algoritmo di prova da usare nella macchina da Ada, contessa di Lovelace e figlia di Lord Byron, che era una matematica di talento ed è spesso considerata il primo programmatore al mondo.

Purtroppo Babbage aveva costruito solo alcune parti della sua macchina analitica quando, nel 1871, morì. Suo figlio Henry non trovò finanziamenti a sufficienza per continuare e le idee di Babbage andarono dimenticate per decenni.

Nel 1889, però, anche l'inventore e statistico americano Herman Hollerith ebbe l'idea di usare schede perforate per conservare dati. Queste schede si potevano far leggere ad alta velocità attraverso un "tabulatore" elettromeccanico che registrava impulsi elettrici quando la corrente passava attraverso i fori. L'efficiente sistema di Hollerith rivoluzionò le procedure di lettura ed elaborazione di dati. Già nel 1890 lo si usò per elaborare i risultati del censimento statunitense, con mesi di anticipo sul previsto. La società che Hollerith fondò sarebbe diventata parte integrante del gigante del settore, l'IBM.

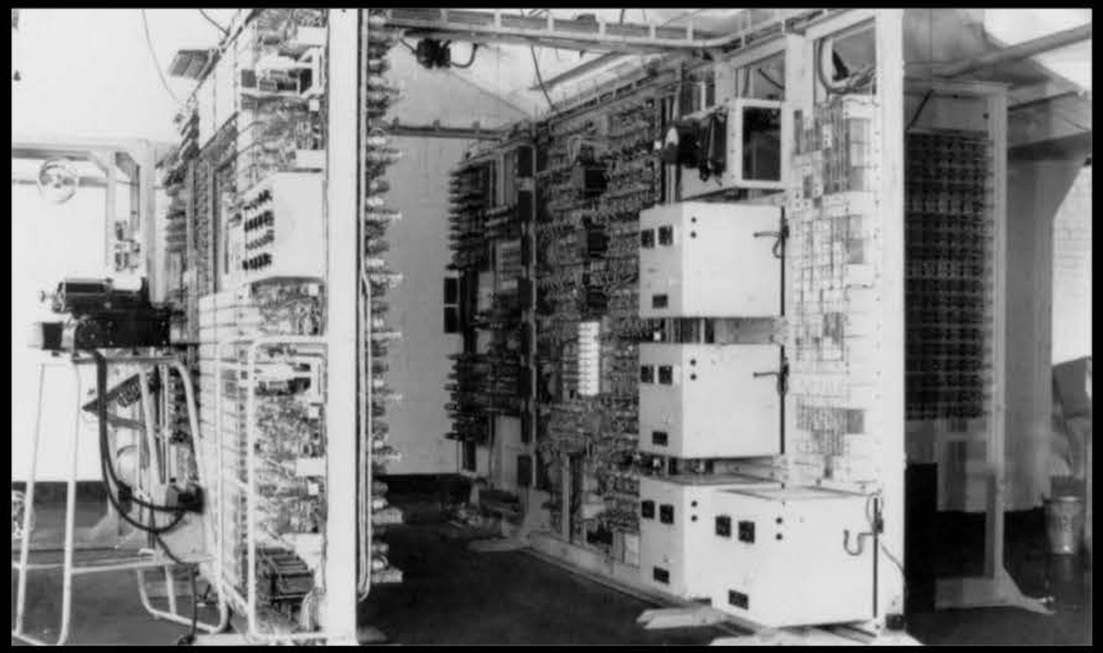
Nei tabulatori di Hollerith era implicita l'idea di un sistema binario con due possibili stati, "acceso" e "spento", corrispondenti ai numeri 1 e 0. Leibniz era stato il primo a studiare i sistemi numerici binari, alla fine del XVII secolo, e a riconoscere che facilitavano certi calcoli.

LA SCOPERTA CHIAVE

Il primo computer completamente elettronico fu assemblato a Bletchley Park da Tommy Flowers nell'ambito degli sforzi per decrittare i codici tedeschi apparentemente inviolabili

Incaricato di costruire una macchina in grado di decifrare il codice Lorenz dei tedeschi secondo le specifiche fornite da Max Newman, Tommy Flowers si convinse che l'unica soluzione sarebbe stata un computer interamente elettronico. Flowers era già esperto dell'impiego delle valvole termoioniche per i centralini telefonici, ma i suoi superiori erano preoccupati per i possibili guasti dei loro fragili filamenti. Flowers spiegò che le valvole tendevano a guastarsi solo quando venivano spente e riaccese ripetutamente, cosa che lì non sarebbe accaduta. Non avendo ottenuto ciò che chiedeva, decise di finanziare da solo buona parte della costruzione della prima macchina, e presto dimostrò di avere ragione.

Completato nel dicembre 1943, il *Colossus Mark 1* usava una rete di 1600 valvole per le commutazioni necessarie per i calcoli. La macchina completata si dimostrò molto più veloce ed efficiente di quanto chiunque si sarebbe immaginato, e presto venne avviata la costruzione del *Mark 2*, con 2400 valvole. Di lì alla fine della guerra, a Bletchley, alla prima macchina se ne aggiunsero altre nove. *Colossus* rappresentava un enorme passo avanti dell'ingegneria elettronica, e anche se era costruito per uno specifico obiettivo, ne era possibile, come per il primo ENIAC, una limitata "riprogrammazione".



Il *Colossus* era letteralmente un colosso, in confronto con i computer tascabili di oggi, ma aiutò gli Alleati a vincere la Seconda guerra mondiale ottenendo informazioni cruciali dalle comunicazioni in codice

FOTO: SCIENCE AND SOCIETY, SCIENCE PHOTO LIBRARY, GETTY, CORBIS

L'ERA BINARIA

Nel 1854 il matematico inglese George Boole descrisse un sistema logico oggi noto come algebra booleana, in cui i dati in ingresso e i risultati delle operazioni logiche potevano avere solo due risultati, vero e falso; si potevano usare anche i valori 1 e 0. La constatazione che si potevano utilizzare relè binari (semplici interruttori controllati elettricamente) come "porte logiche" per svolgere operazioni booleane è attribuita solitamente al matematico e ingegnere statunitense Claude Shannon, la cui tesi del 1937 ha avuto un'influenza determinante.

Col senno di poi, l'idea sembra semplice. Una corretta disposizione di relè poteva determinare un'uscita controllata dal valore di due ingressi: così, per esempio, una porta "AND" ("e") genera un segnale se e solo se ce n'è uno in entrambi gli ingressi, mentre una porta "OR" ("o") lo genera se ce n'è almeno uno in ingresso. Reti composte da molte di queste porte logiche avrebbero potuto svolgere ad alta velocità calcoli e operazioni logiche più complesse sulle cifre di dati binari.

Anche altri ebbero però l'idea di usare relè per costruire un calcolatore, più o meno nello stesso momento. Sempre nel

1940: il Complex Number Calculator fu completato, ma non era un vero computer perché non si poteva programmare

1937 George Stibitz, un ricercatore dei Bell Telephone Laboratories nel New Jersey, usò un sistema di relè e lampadine per costruire una semplice rete logica sul tavolo da cucina. L'anno dopo i suoi superiori gli chiesero di ampliare il sistema fino a farne una vera macchina calcolatrice elettromeccanica: nel gennaio 1940 fu completato il *Complex Number Calculator* ("calcolatore a numeri complessi"), che rimase in uso fino al 1949, ma non era un vero computer, perché non si poteva programmare.

Nel frattempo, dall'altra parte dell'Atlantico, un ingegnere e appassionato di calcolatori di nome Konrad Zuse si occupava delle stesse questioni. Nel 1938 aveva congegnato una macchina detta Z1. Costruita con pochi soldi nel soggiorno dei genitori, e interamente meccanica, era ciò nonostante in grado di eseguire semplici programmi. Nel corso degli anni successivi, con il supporto

I PROTAGONISTI

Le menti che hanno trasformato il calcolatore da bestione meccanico a capolavoro di elettronica

Charles Babbage (1791-1871) era matematico, filosofo e ingegnere. Figlio di un banchiere di successo, una ricca eredità gli permise di seguire i suoi numerosi interessi. Sia il suo progetto per la Macchina differenziale che quello per la Macchina analitica erano teoricamente funzionanti; così, malgrado nessuno dei due apparecchi sia stato completato, lo si considera generalmente il padre del computer.

Tommy Flowers (1905-1998), durante la guerra, svolse buona parte del suo fondamentale lavoro su *Colossus* presso i laboratori della Post Office Research Station a Dollis Hill, nella parte nord di Londra. Dopo la guerra ebbe difficoltà a convincere istituzioni come la Banca d'Inghilterra delle potenzialità dei calcolatori, ma visse sufficientemente a lungo da vedere riconosciuti i suoi contributi, quando finalmente furono eliminati i vincoli di segretezza riguardo a Bletchley Park.

Konrad Zuse (1910-1995) lavorò in Germania come progettista in completo isolamento intellettuale, fin quando cominciò a dedicarsi a tempo pieno allo Z1, il primo computer completamente funzionante a far uso della logica booleana e del sistema binario. Dopo la Seconda guerra mondiale fondò la prima fabbrica di computer tedesca.

Alan Turing (1912-1954) pose molte delle basi teoriche della ricerca informatica e dell'intelligenza artificiale in una serie di articoli pubblicati sia prima che dopo il suo importante impegno a Bletchley Park. Dopo la guerra lavorò al National Physical Laboratory e all'Università di Manchester. Morì tragicamente nel 1954, apparentemente suicida, dopo una condanna per omosessualità (che all'epoca era reato).

Claude Shannon (1916-2001) fu il primo a dimostrare formalmente le potenzialità degli apparecchi elettronici di svolgere operazioni di logica booleana ad alta velocità. Nato nel Michigan, pubblicò nel 1938 un articolo sull'argomento, tratto dalla propria tesi, con cui pose le basi per le grandi innovazioni informatiche degli anni Quaranta.

CRONOLOGIA
Sono serviti secoli di invenzioni per passare dalle calcolatrici meccaniche ai circuiti integrati

1642

Il matematico francese Blaise Pascal inventa la prima calcolatrice meccanica, in grado di sommare lunghi elenchi di numeri. Le "pascaline" possono operare con diversi sistemi numerici, da quello decimale alle complesse distinzioni delle monete francesi.

1837

Charles Babbage comincia a progettare la sua macchina analitica, un complesso calcolatore meccanico che preannuncia molte delle caratteristiche dei moderni computer elettronici. Purtroppo non arriva al di là della fase di progettazione.

1937

Claude Shannon (nella foto) scrive la sua tesi sull'uso dei circuiti elettronici per svolgere operazioni di algebra booleana. George Stibitz, indipendentemente, costruisce un prototipo di "rete logica" elettronica.

1943

Tommy Flowers completa il *Colossus Mark 1*, il primo computer binario completamente elettronico su larga scala. Si inizia a costruire l'ENIAC, il primo computer multifunzione.

1948

L'ENIAC viene modificato per aggiungere la possibilità di riconfigurare il funzionamento della macchina secondo un programma fatto di istruzioni memorizzate, anziché dover riconnettere a mano i circuiti.

1958

Jack Kilby (nella foto) completa il primo circuito integrato: una rete di transistor e collegamenti sulla superficie di un chip semiconduttore, che apre la strada alla miniaturizzazione dei computer.

FOTO: SCIENCE PHOTO LIBRARY X2, SCIENCE & SOCIETY, ALAMY, THINKSTOCK, CORBIS

finanziario delle forze armate tedesche, Zuse sviluppò la Z2 e, nel 1941, la Z3. Questa terza macchina usava relè elettromeccanici anziché interruttori meccanici ed era molto più affidabile. Ma col trascinarsi della Seconda guerra mondiale, i militari tedeschi avevano crucci più immediati e respinsero la richiesta di Zuse di sostituire i relè della sua macchina con valvole elettroniche.

IL CONTRIBUTO BRITANNICO

In Gran Bretagna, invece, alcune menti geniali previdero che la potenza di calcolo avrebbe potuto fare la differenza tra la vittoria e la sconfitta. Già prima dello scoppio della guerra nel 1939, esperti britannici e polacchi stavano lavorando per decrittare il codice straordinariamente complesso delle macchine tedesche Enigma. In seguito alla caduta della Polonia, gli sforzi britannici, concentrati a Bletchley Park, nello Hertfordshire, si intensificarono. Furono reclutati molti dei migliori studiosi e tecnici della nazione,

Nel 1952 Grace Hopper ideò il primo compilatore in grado di ricevere istruzioni scritte in un "linguaggio di programmazione"

tra cui il matematico di Cambridge Alan Turing, che nel 1936 aveva scritto un importantissimo articolo sulle potenziali applicazioni delle "macchine calcolatrici". La squadra di Bletchley Park usò tutti i mezzi per decrittare i codici tedeschi, dalla logica e l'intuito alla pura potenza computazionale. Enigma e altri codici tedeschi dell'epoca erano teoricamente inviolabili, ma le trascuratezze da parte dei loro operatori lasciavano trapelare indizi che riducevano a un numero gestibile la quantità di combinazioni da considerare. Uno dei primi progetti di Turing a Bletchley Park fu il "Bombe", un apparecchio calcolatore elettromeccanico che serviva a filtrare velocemente le possibili soluzioni.

Ma mentre il Bombe era in grado di leggere il normale traffico di Enigma, fu chiaro che l'alto comando tedesco trasmetteva gli ordini più delicati usando il codice Lorenz, più complesso. Di fronte alla prospettiva di impiegare settimane per decrittare ogni singolo messaggio, era necessaria un'alternativa.

Il risultato fu *Colossus*, una macchina che analizzava i testi cifrati che venivano

GLOSSARIO
Quattro termini chiave per comprendere i computer

1 RELÈ
Un interruttore operato elettricamente, spesso usando un flusso di corrente attraverso un elettromagnete per spostare un braccio conduttore in modo da aprire o chiudere il circuito principale. Valvole e transistor sono alternative evolute al relè di base.

2 SEMICONDUTTORE
Un materiale la cui conduttività elettrica è intermedia tra i metalli e gli isolanti, e che può essere reso conduttore in certe situazioni. I semiconduttori come il silicio sono alla base dell'elettronica moderna.

3 TRANSISTOR
Un componente elettronico che sfrutta il flusso insolito degli elettroni nel punto di contatto tra tipi diversi di materiali semiconduttori. I transistor possono fare da interruttori e amplificatori nei circuiti elettronici.

4 VALVOLA
Un componente basato sugli elettroni che scorrono attraverso un tubo a vuoto, che permette o blocca il flusso di corrente tra due elettrodi. Nei calcolatori il flusso veniva controllato da un segnale che arriva a un terzo elettrodo, la cosiddetta disposizione a triodo.

L'informatica Grace Hopper codifica dei problemi su un nastro perforato che verrà fatto leggere a un calcolatore. Il computer contribuì allo sforzo bellico americano dal 1944

inseriti sotto forma di schede perforate e verificava la probabilità di varie soluzioni usando un "modello" elettronico interno della macchina cifratrice. Il principio alla base del suo funzionamento si deve al matematico Max Newman, mentre la macchina fu costruita dall'ingegnere delle telecomunicazioni Tommy Flowers.

Nel frattempo, negli Stati Uniti, vari gruppi erano al lavoro sui computer, e anche in questo caso lo sviluppo ricevette impulso quando l'America entrò in guerra. Queste ricerche parallele culminarono in un singolo apparecchio detto *Electronic Numerical Integrator and Computer* (ENIAC, "calcolatore e integratore numerico elettronico"). Costruito nell'Università della Pennsylvania, a partire dal 1943, da John Mauchly e J. Presper Eckert, l'ENIAC era una macchina pesante 30 tonnellate con un processore completamente elettronico contenente 18mila valvole elettroniche. Con le sue 5mila operazioni al secondo, era almeno mille volte più veloce di qualsiasi altro computer precedente. Inoltre l'ENIAC era un computer universale che si poteva riconfigurare per compiti di vario genere. Nei primi tempi questa "riprogrammazione" richiedeva di riposizionare i cavi che ne collegavano i componenti ma poi, su suggerimento dello scienziato ungherese-americano John von Neumann, i progettisti cominciarono a implementare la possibilità di memorizzare un programma: le istruzioni relative alla configurazione erano contenute in una "function table". Tale miglioria fu completata nel settembre 1948, quando si cominciò a usare l'ENIAC rimodernato, quasi un anno prima del suo successore EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*), che era stato progettato fin dall'inizio con la possibilità di memorizzare i programmi. Quest'ultimo rappresentò un gigantesco passo avanti, e nel 1952 la programmatrice Grace Hopper ideò il primo compilatore, un programma in grado di ricevere istruzioni scritte in un "linguaggio di programmazione" e tradurle in codice binario comprensibile dalla macchina. In questo modo programmare era più facile e si apriva la possibilità di far girare lo stesso programma su macchine con strutture diverse.

Nel corso degli anni Cinquanta i computer passarono dai laboratori alle prime applicazioni commerciali. I transistor cominciarono a sostituire le valvole, ingombranti, calde e inaffidabili, e il primo prototipo di computer a transistor entrò in funzione all'Università di Manchester nel 1953. C'era ancora molta strada da fare per arrivare alla nostra era di smartphone e tablet, e forse la successiva innovazione più importante fu la costruzione, alla fine degli anni Cinquanta, dei primi circuiti integrati compatti, ad opera di Jack Kilby della Texas Instruments. Di lì in poi, la storia dei computer s'è incentrata su una miniaturizzazione crescente e su macchine sempre più potenti. ■

Giles Sparrow è un divulgatore scientifico, autore di *Physics in Minutes*

Scrivete a: redazione@bbcscience.it

NUMERO 4 – APRILE 2013

NUMERO 5 – MAGGIO 2013

NUMERO 6 – GIUGNO 2013

NUMERO 7 – LUGLIO 2013

NUMERO 8 – AGOSTO 2013

NUMERO 9 – SETTEMBRE OTTOBRE 2013

NUMERO 10 – NOVEMBRE 2013

NUMERO 11 – DICEMBRE 2013

NUMERO 12 – GENNAIO 2014

NUMERO 13 – FEBBRAIO 2014

NUMERO 14 – MARZO 2014

NUMERO 15 – APRILE 2014

Se leggi BBC Science, ti possono piacere anche...

OFFERTA SPECIALE
Scopri tutti i gadget del mondo Apple.
COD. SMP6
€ 4,90

COD. SBBS2
€ 9,90

COD. BBDR1
€ 9,90

Completa la tua collezione ordinando gli arretrati su www.spreastore.it/bbcscience oppure utilizzando il modulo qui sotto

SCEGLI L'ARRETRATO CHE VUOI ORDINARE

SE VUOI ORDINARE VIA POSTA O VIA FAX, COMPILA QUESTO COUPON

Ritaglia o fotocopia il coupon, invialo in busta chiusa a: **Sprea Editori S.p.A.** Via Torino, 51 20063 Cernusco s/n (MI), insieme a una copia della ricevuta di versamento o a un assegno. Oppure via fax al numero 02.700537672. Per ordinare in tempo reale i manuali collegati al nostro sito **www.spreastore.it.** Per ulteriori informazioni puoi scrivere a **store@sprea.it** oppure telefonare allo 02/87158224 tutti i giorni dalle 14.00 alle 18.00

INSERISCI I CODICI delle pubblicazioni che desideri ricevere:

	€
	€
	€
	€
Totale Ordine	€

SCELGO IL SEGUENTE METODO DI SPEDIZIONE:
Indica con una ✗ la forma di spedizione desiderata

	Spedizione tramite posta tradizionale al costo aggiuntivo di	**€ 2,90**
	Spedizione tramite Corriere Espresso al costo aggiuntivo di	**€ 7,00**
	TOTALE COMPLESSIVO	€

Data _____ Firma del titolare _____

NOME _____
COGNOME _____
VIA _____
N° _____ **C.A.P.** _____ **PROV.** _____
CITTÀ _____
TEL. _____
E-MAIL _____

SCELGO IL SEGUENTE METODO DI PAGAMENTO (Indica con una ✗ quello prescelto)

☐ Versamento su **CCP 99075871** intestato a **Sprea Editori S.P.A. ABBONAMENTI Via Torino 51 20063 Cernusco Sul Naviglio MI** (Allegare ricevuta nella busta o al fax)

☐ Bonifico intestato a **Sprea Editori S.P.A. Abbonamenti** sul conto **IBAN IT05 F076 0101 6000 0009 9075 871**

☐ **Carta di Credito** N. _____
(Per favore riportare il numero della Carta indicandone tutte le cifre)
Scad. _____ CVV _____
(Codice di tre cifre che appare sul retro della carta di credito)

_____
Nome e Cognome del Titolare della carta (può essere diverso dall'abbonato)

☐ CartaSi ☐ postepay ☐ MasterCard ☐ VISA ☐ Diners Club International ☐ American Express

Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali - Editori Privacy d.lgs. 196/03. Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51, in qualità di titolare del trattamento dei dati personali che vengono raccolti tramite i contenuti ed il sito, La informa che tali dati saranno trattati nel rispetto della normativa sopra citata e che tale trattamento sarà improntato ai principi di correttezza, liceità e trasparenza e di tutela della Sua riservatezza e dei Suoi diritti. Ai sensi del suddetto art. 7 e ss. di quella normativa, la Sua adesione a questa iniziativa implica il consenso al trattamento dei dati personali da Lei forniti per le finalità promozionali e di marketing, nonché per la comunicazione dei dati a società terze per le medesime finalità. Lei potrà in ogni momento esercitare i diritti di cui all'art. 7 del d.lgs. 196/03, tra cui quello di conoscere, cancellare, aggiornare, rettificare i Suoi dati personali o chiederne il blocco per violazione di legge, scrivendo a Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51, oppure inviando un fax al numero 02.700537672 o una e-mail all'indirizzo privacy@sprea.it. Titolare del trattamento dei dati personali è Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51. Il Titolare del trattamento dei dati personali che vengono raccolti tramite i contenuti ed il sito, La informa che tali dati saranno trattati nel rispetto della normativa sopra citata e che tale trattamento sarà improntato ai principi di correttezza, liceità e trasparenza e di tutela della Sua riservatezza e dei Suoi diritti. Ai sensi del suddetto art. 7 e ss. di quella normativa, la Sua adesione a questa iniziativa implica il consenso al trattamento dei dati personali da Lei forniti per le finalità promozionali e di marketing, nonché per la comunicazione dei dati a società terze per le medesime finalità. Lei potrà in ogni momento esercitare i diritti di cui all'art. 7 del d.lgs. 196/03, tra cui quello di conoscere, cancellare, aggiornare, rettificare i Suoi dati personali o chiederne il blocco per violazione di legge, scrivendo a Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51, oppure inviando un fax al numero 02.700537672 o una e-mail all'indirizzo privacy@sprea.it. Titolare del trattamento dei dati personali è Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51. Il Titolare del trattamento dei dati personali che vengono raccolti tramite i contenuti ed il sito, La informa che tali dati saranno trattati nel rispetto della normativa sopra citata e che tale trattamento sarà improntato ai principi di correttezza, liceità e trasparenza e di tutela della Sua riservatezza e dei Suoi diritti. Ai sensi del suddetto art. 7 e ss. di quella normativa, la Sua adesione a questa iniziativa implica il consenso al trattamento dei dati personali da Lei forniti per le finalità promozionali e di marketing, nonché per la comunicazione dei dati a società terze per le medesime finalità. Lei potrà in ogni momento esercitare i diritti di cui all'art. 7 del d.lgs. 196/03, tra cui quello di conoscere, cancellare, aggiornare, rettificare i Suoi dati personali o chiederne il blocco per violazione di legge, scrivendo a Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51, oppure inviando un fax al numero 02.700537672 o una e-mail all'indirizzo privacy@sprea.it. Titolare del trattamento dei dati personali è Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51. Il Titolare del trattamento dei dati personali che vengono raccolti tramite i contenuti ed il sito, La informa che tali dati saranno trattati nel rispetto della normativa sopra citata e che tale trattamento sarà improntato ai principi di correttezza, liceità e trasparenza e di tutela della Sua riservatezza e dei Suoi diritti. Ai sensi del suddetto art. 7 e ss. di quella normativa, la Sua adesione a questa iniziativa implica il consenso al trattamento dei dati personali da Lei forniti per le finalità promozionali e di marketing, nonché per la comunicazione dei dati a società terze per le medesime finalità. Lei potrà in ogni momento esercitare i diritti di cui all'art. 7 del d.lgs. 196/03, tra cui quello di conoscere, cancellare, aggiornare, rettificare i Suoi dati personali o chiederne il blocco per violazione di legge, scrivendo a Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51, oppure inviando un fax al numero 02.700537672 o una e-mail all'indirizzo privacy@sprea.it. Titolare del trattamento dei dati personali è Sprea Editori S.p.A. Socio unico Sprea Holding S.p.A. con sede in Cernusco sul Naviglio (MI), via Torino, 51.

IL FUTURO DEI GADGET
TECHHUB

A CURA DI **DANIEL BENNETT**

QUESTO MESE

BILL THOMPSON
La tecnologia biometrica
p83

IL TEST
Robot domestici
p87

ALL'ORIZZONTE

JARVIS

L'ASSISTENTE VIRTUALE INTEL.COM

Sono un classico della fantascienza: assistenti virtuali incorporei e superintelligenti che assecondano ogni capriccio dell'eroe. A seconda del tipo di storia, un computer con questo tipo di intelligenza si comporta in un modo o in un altro: o è umile e servizievole come J.A.R.V.I.S. di Tony Stark in *Iron Man*, o sviluppa un gusto per il sotterfugio e l'omicidio come HAL 9000 in *2001: Odissea nello Spazio*. Ovviamente l'Intel spera che il suo nuovo assistente Jarvis, che è contenuto nell'auricolare della foto, somigli più al suo omonimo. Ma l'ostacolo maggiore consisterà nel fargli capire la lingua parlata.

DOPO SIRI ED EVA

Finora agli assistenti digitali, come Siri per l'iPhone ed EVA per Android, occorre parlare come a qualcuno che è appena caduto dalla bicicletta: lentamente e ripetendo tutto. Quando capiscono che cosa abbiamo detto, la nostra richiesta viene spedita nel cloud o, in altre parole, inviata a server remoti attraverso Internet. Quindi, non appena perdiamo la connessione

Brian Krzanich, AD dell'Intel, mostra l'auricolare/assistente digitale Jarvis

web, Siri diventa completamente taciturno. Se facciamo una domanda sul tempo, veniamo respinti con uno sdegnoso "Siri non disponibile. Connettiti a Internet". È qui l'Intel vuole portare una novità e superare questi limiti.

L'idea è di tirar fuori dalla nuvola il cervello dell'assistente e metterlo in un dispositivo: nella fattispecie, un auricolare. A questo fine, l'Intel dovrà concentrare l'hardware e il software necessari per capire quello che diciamo in qualcosa di piccolo come una scatola di fiammiferi. Non è poco, soprattutto considerando che l'azienda finora ha faticato ad aver successo nel mercato dei cellulari e dei tablet.

"Oltre alla potenza necessaria per il riconoscimento vocale, serve memoria per registrare le informazioni via via che l'apparecchio impara a conoscere la nostra voce", spiega Matthew Aylett, ricercatore sull'intelligenza artificiale presso l'Università di Edimburgo e direttore di ricerca della CereProc, una società di sintesi vocale per sistemi informatici.

"Ma si possono fare cose interessanti mettendo insieme in modo intelligente risorse in rete e locali: per esempio memorizzare i dati sulla nostra voce nel cloud e poi aggiornare il riconoscimento vocale del dispositivo quando siamo connessi". Secondo Aylett, se l'ambizioso sistema dell'Intel avrà successo potrà superare di molto le capacità della generazione attuale di assistenti digitali. La speranza è che Jarvis capisca il contesto. "Attualmente Siri non dialoga con noi: quando le poniamo una domanda collegata a una precedente, non ha presente il contesto fornito dalla prima domanda", osserva Aylett. Quindi, con tutte le migliori intenzioni di Siri, non abbiamo mai una vera conversazione.

"L'obiettivo dell'Intel sarà di sfruttare l'elaborazione dei segnali sociali, per padroneggiare meglio il contesto. Per esempio, se Jarvis sente che stiamo conversando romanticamente, aspetterà a ricordarci di andare a fare la spesa", dice Aylett.

Ovviamente, un Jarvis dotato di questo tipo di consapevolezza sociale dovrà essere sempre in ascolto, un'idea che non piacerà a tutti. Ma la contropartita sarà un assistente virtuale che potrà finalmente competere con quelli del cinema. E se non sarà Jarvis, sembra che sia in arrivo qualche altro maggiordomo virtuale al nostro servizio: Google, Apple e Amazon hanno di recente investito somme enormi per essere ognuna la prima a crearci un nuovo amico virtuale.

DANIEL BENNETT è il responsabile delle recensioni per BBC Science World

ILLUSTRATORE: DEM ILLUSTRATION

TECNOMETRO

WHAT'S HOT

Automobili elettriche

I veicoli elettrici e ibridi costituiranno il sette per cento delle vendite globali di automobili entro il 2020, secondo gli analisti di mercato della Pike Research. Ci saranno quindi qualcosa come otto milioni di veicoli elettrici per le strade del mondo, e con l'arrivo imminente di nuovi modelli come la Renault Zoe e la Fiat 500e, non è difficile capire perché. Entrambi i veicoli hanno un'autonomia di poco meno di 160 km, l'ideale per girare in città. Potrebbe essere il momento buono per liberarsi del vizio della benzina.

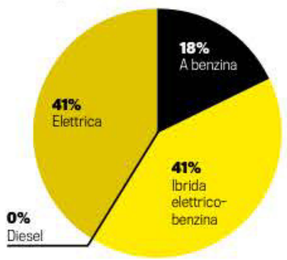
WHAT'S NOT

Facebook

Facebook ha da poco compiuto 10 anni, ma molte ricerche recenti ipotizzano che potrebbe non arrivare a 20. Uno studio prevede che i suoi utenti possano diminuire dell'80 per cento di qui a tre anni. Anche se è improbabile che il calo sia così drastico, è vero che il social network ha cominciato a mostrare la corda. La privacy sempre meno tutelata e la fastidiosa presenza dei genitori sarebbero tra i motivi per cui 11 milioni di giovani hanno abbandonato il sito dal 2011.

SONDAGGIO TRA I LETTORI

Come volete che sia alimentata la vostra prossima automobile?



THE NEXT BIG THING

CHI SEI?

La verifica in due passaggi è disponibile da diverso tempo negli account Google, Twitter e Dropbox. Come milioni di altre persone, ho deciso di rendere più sicura la mia vita online unendo "qualcosa che so" (la mia password) e "qualcosa che ho" (un'app sul mio telefono). Adesso i proprietari dell'iPhone 5S sono incoraggiati ad aggiungere all'elenco "qualcosa che sono", registrando le proprie impronte digitali e usando il sistema TouchID per sbloccare il telefono e autorizzare gli acquisti. Forse il sistema non è perfetto, e gli utilizzatori più spiritosi hanno scoperto che al posto del dito si può usare anche un capezzolo, la zampa del gatto o altri tipi di pelle, ma potrebbe essere l'inizio di una maggior diffusione dell'uso dei "biometrici" (caratteristiche fisiche) al posto delle password.

La tecnologia biometrica è in circolazione da anni, ed è comune in ambienti militari, aziendali e governativi. In alcuni aeroporti britannici sono presenti i gate "e-passport" per il riconoscimento dei tratti del viso, e sono comuni anche i sistemi a scansione dell'iride e a riconoscimento vocale. Ma adesso c'è la tendenza a incorporare una verifica biometrica in un numero maggiore di dispositivi e servizi. In parte è dovuto al fatto che la gente porta con sé computer potenti e dotati di sensori (gli smartphone) e in parte al problema delle password rubate, sempre più serio.

Sostituire le password ha senso, ma anche i biometrici hanno i loro problemi, di cui due fondamentali. Innanzitutto, ciò che viene misurato può variare: la voce si modifica, le dita si ustionano, le iridi possono cambiare aspetto per la stanchezza. Le misurazioni possono quindi incorrere in errori e i falsi negativi saranno sempre in agguato. Secondo, se ci viene violata una password possiamo metterne una nuova, ma un'iride nuova non ce la possiamo procurare. Quindi i sistemi dovranno prevedere modi multipli di riconoscimento.

È qui che entra in gioco la FIDO Alliance. FIDO, che sta per Fast Identity Online, mette insieme nomi come Google, Paypal e Mastercard, che hanno tutti un forte bisogno di metodi di autenticazione affidabili. E FIDO ha messo a punto uno Universal Authentication Framework che collega tutti i componenti di un sistema di sicurezza e permette agli utilizzatori di scegliere di quale metodo di verifica dell'identità si fidano.

Suona complesso? Lo è. Ma uno dei problemi dei servizi in rete è che, puntando ad attrarre grandi numeri di utenti, hanno dato alla facilità d'uso la precedenza sulla sicurezza. Dobbiamo accettare che se vogliamo che le nostre vite siano sicure, dobbiamo fare qualche sforzo per renderle sicure.

BILL THOMPSON collabora con *news.bbc.co.uk* e con il *BBC World Service*

IN ARRIVO

3 MESI

NEPTUNE PINE

Il GPS, il cardiofrequenzimetro e il contapassi di questo smartwatch lo rendono ideale per fare esercizio, mentre grazie allo schermo tattile da 2,4 pollici, al processore potente e ai 32 GB di memoria è ottimo anche per la multimedialità. *Neptunepine.com*

+ Apple TV
L'azienda sta collaborando con varie importanti reti televisive per permettere la visione di trasmissioni in diretta nonché contenuti on demand. *Apple.com*

+ Sensus
Questo nuovo telefono fuori misura farà sfoggio di novità tecnologiche "intelligenti". La sua fotocamera permetterà di rimettere a fuoco le immagini dopo averle scattate e potremo tamburellare un nostro ritmo sullo schermo per sbloccare il telefono. *LG.com*

6 MESI

EPSON MOVERIO BT-200

La Epson intende lanciare un rivale di Google Glass. Il Moverio usa una coppia di proiettori per creare le immagini su ogni lente, rendendo testi e filmati più facili da vedere rispetto allo schermo più piccolo di Google. *Epson.co.uk*

+ Netatmo June
Questo bracciale intelligente analizzerà quanto sole prendiamo, la crema solare giusta da mettere e quando cominciamo a correre rischi per la salute. *Netatmo.com*

+ Tile
Sono minuscole etichette che ci permettono di rintracciare tutti i nostri averi. Se per esempio ne attacchiamo una alle chiavi, l'app Tile ci dirà dove le abbiamo lasciate. *Thetileapp.com*

9 MESI

OCULUS RIFT

Questo visore per la realtà virtuale è così realistico che viene usato anche per la cura di fobie gravi. *Oculusvr.com*

+ iPhone 6 + smartwatch Apple?
Il prossimo smartphone della Apple è previsto entro l'anno. Ma secondo molti analisti il prodotto nuovo più innovativo che lancerà l'azienda di Cupertino sarà uno smartwatch. *Apple.com*

+ Anki Drive
Queste automobiline teleguidate sono dotate di sistemi di intelligenza artificiale che apprendono gareggiando con noi e una contro l'altra. Più corse vinceremo e più saranno le armi virtuali di cui potremo dotare la nostra automobile. *Anki.com*

UN'EMOZIONE CHE NON FINISCE MAI!

ANCHE SU IPAD

TUTTI I MESI IN EDICOLA Sprea

IL TEST

DOV'È IL MIO ROBOT DOMESTICO?

Sapranno veramente occuparsi delle pulizie in grande stile? Joe Svetlik si procura qualche aiutante meccanico

CHE COSA ABBIAMO PROVATO

Da sinistra a destra:

Samsung NaviBot CornerClean
samsung.com

iRobot Braava 380
irobot.com

Neato Robotics XV Signature Pro
neatorobotics.com

Prima di attaccare l'aspirapolvere alla presa e di tirare fuori lo straccio, mi piace aspettare che l'appartamento ne abbia davvero bisogno. Ma con la primavera alle porte, ero tenuto a fare di nuovo le pulizie: mi sembrava giusto permettere a qualche robot di fare il lavoro sporco. In prima fila c'era il Samsung NaviBot CornerClean, un roboaspirapolvere che, come suggerisce il nome, è fatto in particolar modo per affrontare gli angoli, con due bracci che si allungano ruotando per infilarsi nei punti più difficili da raggiungere.
I bracci hanno fatto un buon lavoro, raccattando di tutto, ma non ho trovato l'aspirazione entusiasmante. Si accumulavano fiocchi di sporcizia lungo il bordo del tappeto e poi li dovevo togliere io. Il robot è circa delle dimensioni del coperchio di un tombino e, quindi, non particolarmente manovrabile. Un paio di volte si è impigliato nella gamba di una sedia e ha smesso di funzionare. Tendeva anche a urtare le cose, ma nel complesso gli darei un voto discreto.
Poi ho fatto partire un altro roboaspirapolvere, il Neato Robotics XV Signature Pro. Mentre si accendeva sembrava un aereo al decollo: non è esattamente l'esperienza rilassante che pregustavo.
È abbastanza rumoroso sui pavimenti, ma sulla moquette ha un volume maggiore della radio.
È grosso e va aperto per accedere all'interruttore. Ma le prestazioni giustificano il rumore, e l'aspirazione è ottima.
Il carrello idraulico se l'è cavata molto meglio con gli intoppi lungo la strada, ma anche lui aveva problemi a trovare l'uscita dalla stanza. Tra le cose che non vanno, il sacchetto non è grande e quindi ci mette poco a riempirsi.

ROBOSTRACCIO

Tolta la polvere, i pavimenti avevano bisogno di una lavata, e così ho assoldato l'iRobot Braava 380, un tipetto delle dimensioni di una scatola di cereali.
Si dispone un'unità GPS al centro della stanza a cui il Braava si connette via wifi determinando dove muoversi. Ha due modalità: spazzare e lavare. Si monta in basso il panno appropriato – nessun problema – e lo si fa partire. I risultati migliori si ottengono usando "spazza" per raccogliere sporco e pelucchi vari, e poi passando a "lava" per dare lo straccio.
Lo si riempie d'acqua, e così mantiene umido lo straccio nelle modalità "lava". Ha solo tre pulsanti: tutto facile come bere un bicchier d'acqua. Funziona solo sui pavimenti, non sulla moquette. Ha difficoltà a superare i piccoli dislivelli che ci sono tra una stanza e l'altra ed è meglio trasferirlo fisicamente.
Urta gli oggetti, anche se non con grande veemenza.
È molto silenzioso, pulisce bene ed è persino riuscito a farsi strada attorno a uno stenditoio. È imperdibile se non avete moquette.

FOTO: THESECRETSTUDIO.NET, ALEXANDER KACHKAEV / FLICKR

Ecovacs Winbot Series 7
ecovacs.com

COME FUNZIONA

Il Winbot traccia una rotta attraverso i nostri vetri sporchi

La superficie pulente è un ripiano a molla con un panno di microfibra. Basta spruzzarci del detergente per vetri e fa da solo il resto.

Winbot usa un software intelligente di navigazione per orientarsi, cominciando dai bordi della finestra e percorrendone poi il resto a zigzag.

Questi cingoli hanno una superficie antisdrucciolevole per mantenere in posizione il Winbot,

Questo meccanismo aspirante fissa il Winbot alla finestra e se ne può regolare la potenza (per esempio per vetri più sottili) ruotando una manopola.

Un cuscinetto pulente posteriore rimane asciutto, passa sulle zone umide ed elimina gli aloni dal vetro.

Poi toccava alle finestre. Anche l'Ecovacs Winbot Series 7 è un po' rumoroso, ma glielo si può perdonare, considerando che deve generare un risucchio tale da rimanere attaccato alla finestra e salire come l'Uomo Ragno. Si spruzza un po' di detergente per vetri sulla spugnetta anteriore, si preme il pulsante e comincia a pulirci le finestre. Deve rimanere collegato alla presa, che non è il massimo, ma è dotato di una prolunga. Se per qualche motivo manca la corrente, non c'è rischio che cada addosso a qualcuno perché si può fissare alla finestra con una sorta di cordone ombelicale. Quando ha finito, era rimasto un po' di alone, ma come elettrodomestico in sé il Winbot non è niente male. Ed eccoci alle grondaie. Se non vi piace pulire grondaie e canaline di scolo, l'iRobot Looj 330 fa al caso vostro. Adagiatelo nella grondaia e staccate il manico, che fa da telecomando. L'opportuna testata rotante, con le sue palette di gomma e spazzole, fa volar via lo sporco; ci sono pale di due dimensioni, a seconda della larghezza della vostra grondaia. Avanza lungo il canale sui suoi cingoli. Non solo ci evita di sporcarci le mani, ma ci guadagniamo anche in sicurezza, visto che non dobbiamo andare su e giù su una scala. Attenzione solo al verso di rotazione, per evitare di spargere la sporcizia sul tetto. E per pulire quello, nessuno ha ancora inventato niente.

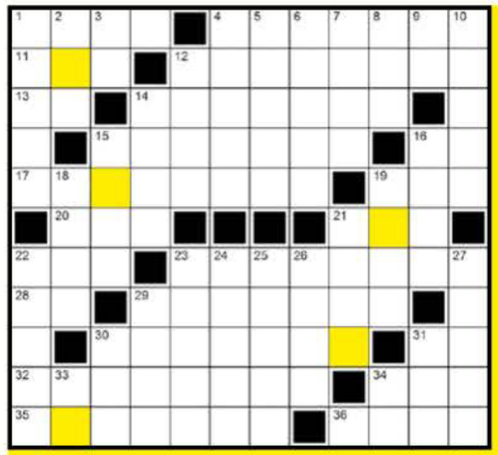
JOE SVETLIK è un giornalista specializzato in tecnologia che scrive per CNET

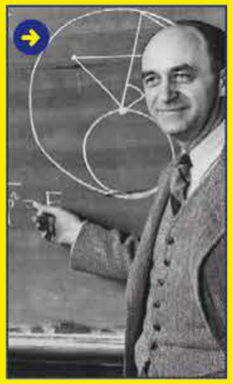
IL FUTURO DELLA NAVIGAZIONE

La maggior parte dei roboaspirapolvere usa l'uno o l'altro di due algoritmi per gestire il proprio comportamento. Il primo è un approccio "a flipper", in cui vanno a zigzag e rimbalzano a caso contro le pareti, fino a che sono passati per tutto il pavimento. L'altra tecnica percorre il perimetro della stanza, crea una mappa dello spazio, prima di andare su e giù per coprire ogni centimetro quadro. Ma adesso c'è un metodo nuovo: il GPS per interni. Il nuovo iRobot Braava usa un cubo per la navigazione che emette un segnale usato dal Braava per determinare la propria posizione. Il dispositivo dice al robot dove si trova e dove è stato. La LG prevede che con questa tecnologia presto i nostri roboaspirapolvere faranno anche da automi per la sicurezza: pattuglieranno la casa e ci avvertiranno della presenza di intrusi.

CRUCI SCIENCE

Risolvi normalmente questo cruciverba. A gioco ultimato, mettendo nel corretto ordine le caselle colorate, scoprirete il nome di un grande scienziato della storia (in foto).





"Ci sono soltanto due possibili conclusioni: se il risultato conferma le ipotesi, allora hai appena fatto una misura; se il risultato è contrario alle ipotesi, allora hai fatto una scoperta"

(1901 - 1954)

ORIZZONTALI

1. Lo sport nazionale del Giappone - 4. Unità di misura della carica elettrica - 11. Aria calda e soffocante - 12. Orientamento, inclinazione - 13. Il Chi Minh che fu presidente vietnamita - 14. Ninfa del mare - 15. Omessa, tralasciata - 16. David, il "duca bianco" della musica (iniz.) - 17. Saporito affettato tipico della Valtellina - 19. Delicata varietà di rosa - 20. Piccolo strumento per sarti - 21. Antico altare pagano - 22. L'uncino con l'ardiglione - 23. Troppo smodato nei consumi, dilapidatore - 28. È sia avverbio che pronome - 29. Governa dispoticamente - 30. Scambi di beni, ma senza denaro - 31. Olivier, baronetto di "sua maestà" a Hollywood (iniz.) - 32. Di color nocciola - 34. Segno posto tra due fattori - 35. Mancanza congenita delle mammelle - 36. Si fanno alle cravatte.

VERTICALI

1. Titolo dato in India agli europei - 2. L'astronave degli alieni - 3. L'obiezione dell'indeciso - 4. Sicuro - 5. Il Ryan di Love story - 6. Sentita, ascoltata - 7. La madre dei Dioscuri - 8. Il primo cardinale inglese - 9. Il Mozambico in internet - 10. Si allunga per la noia... - 12. L'incompiuta di Penelope - 14. L'organo dell'olfatto - 15. Grasso per candele - 16. Il James di Gioventù bruciata - 18. Metallo rossastro - 19. Mitico padre di Ilo - 21. Anagramma di cani - 22. Qualità di sigari cubani - 23. Affluente romeno del Danubio - 24. Verdeggiano in primavera - 25. Rapida - 26. Istituzione giuridica - 27. Magistrati dell'antica Sparta - 29. Trasmetteva notizie da Mosca - 30. Mitologica sorella di Nike - 31. Gli Zeppelin dell'hard rock - 33. Il centro di Roma - 34. Tra i suoi affluenti l'Adda e il Panaro.

La Sfinge

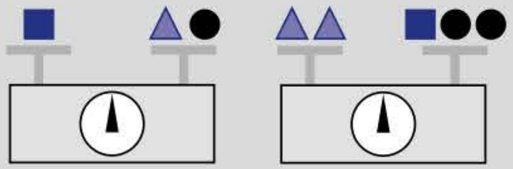
ANAGRAMMA

Ricordo del Marocco

Mi chiedi di trovare l'xxxxxxxxx che descriva il xxxxxxxxx sull'Atlante dell'anno scorso? Beh … superlativo!

BILANCIA

Confronta le seguenti pesate e trova a quanti cerchi corrisponde un quadrato.



FRECCETTE

Totalizza esattamente 29 punti lanciando 3 freccette valide?

SUDOKU

Per risolvere uno schema di Sudoku devi riempire tutte le caselle in modo che ogni riga, ogni colonna e ogni settore contenga le cifre da 1 a 9 senza ripetizioni.

INSETTI DA MUNGERE

Gli afidi essudano una sostanza zuccherina di cui le formiche sono ghiotte. Alcune di esse arrivano a strizzare i piccoli insetti dolci come se li mungessero.

BENJAMIN: FORTUNATO O PRUDENTE?

Si sa che Benjamin Franklin, politico e scienziato americano, studiò l'elettricità dei fulmini aiutandosi con un aquilone. Meno noto è che un fisico svedese di nome Georg Richmann cercò di ripetere l'esperimento ma morì fulminato nel tentativo.

				3		1	9	
			8			6		4
2	1	8						3
		2		5		9	1	7
	9	1	3	2	7	4	8	
8	7	4		9		2		
4						8	5	1
3		5			4			
	6	9		8				

ORA INIZIO _____
ORA FINE _____
TEMPO IMPIEGATO _____

INTRUSIONI RIVELATRICI

Elimina opportunamente una lettera da ciascuna delle parole orizzontali per ricavare una parola di senso compiuto. Trascrivi le lettere eliminate nella colonna vuota: a soluzione ultimata otterrai…

…del dolce

G	R	O	N	D	E	
L	A	V	A	R	E	
F	A	U	S	T	O	
U	N	I	S	C	O	
S	P	E	N	T	O	
A	C	E	R	V	O	

...del salato

S	A	L	I	C	E	
G	U	A	S	T	O	
B	L	A	N	D	O	
S	C	U	O	L	A	
M	A	L	A	T	I	
A	C	U	I	T	O	

Tutte le soluzioni a pagina 95

SOLO SU...

LA GUIDA

SCRIVETE A: LAGUIDA@BBCSCIENCE.IT

IL MEGLIO DEGLI APPUNTAMENTI DAL MONDO SCIENTIFICO

IN PRIMO PIANO

FESTIVAL DEI GUFI
Il mondo dei rapaci notturni a 360°

DAL 31 MAGGIO AL 2 GIUGNO il comune di Grazzano Visconti (in provincia di Piacenza) ospiterà la quarta edizione dell'ormai rinomato Festival dei Gufi, che ha goduto di un successo crescente di anno in anno (migliaia di partecipanti, addirittura 12mila circa nel 2012), attirando l'attenzione dei media e attestandosi come "la più importante manifestazione al mondo dedicata ai rapaci notturni". L'evento è dedicato a questi affascinanti uccelli, spesso al centro di leggende, miti e curiosità, ma anche, purtroppo, di sciocche superstizioni, come quella che li dipinge "portatori di sfortuna", e si svolgerà sia nel borgo sia nel Parco del Castello vicino al paese.

Il festival si propone di suscitare l'interesse di appassionati di numerose discipline e arti, con un programma ampio che toccherà pittura, scultura, fotografia, musica, artigianato, didattica. Non mancheranno, inoltre, conferenze e tavole rotonde. E, naturalmente, il pubblico avrà l'occasione di ammirare anche splendidi esemplari dal vivo, grazie alle voliere che si troveranno nel Parco del Castello. Specifichiamo che si tratterà di animali che non possono più vivere in libertà nella natura; la manifestazione infatti è attenta alla salvaguardia dei gufi e intende promuovere la conoscenza e l'attenzione per questi temi. Vi saranno eventi adatti a tutta la famiglia e a tutte le età: saranno attivati anche laboratori didattici rivolti ai bambini. L'evento prevede inoltre mostre fotografiche, mercatini, tavole rotonde, musica, giochi e ospiti internazionali.

Sarà dunque l'occasione per stupire e interessare adulti e ragazzi, appassionati e curiosi, tra divertimento e apprendimento, ecologia e arte, scienza e collezionismo.

L'orario di apertura della manifestazione sarà dalle 10 alle 23, per la prima volta ampliato fino a sera tardi. L'ingresso è a pagamento. Il programma delle conferenze e degli eventi che si terranno nel "Gufoliveshow" e nell'area Workshop saranno disponibile on-line. Sul sito si troveranno anche informazioni logistiche dettagliate con indicazioni stradali e consigli per il pernottamento, per aiutare i visitatori che giungono da lontano. Foto di Fabrizio Moglia.

Da sabato 31 maggio a lunedì 2 giugno - Grazzano Visconti (Piacenza)
www.festivaldeigufi.it - www.castellodigrazzanovisconti.it

DA VEDERE

EVENTI & MOSTRE

8-11 MAGGIO

EcoLogicaMente Green & Smart

Napoli, Piazza del Plebiscito
www.ecologicamentenapoli.it

Anche quest'anno Napoli ospiterà il festival EcoLogicaMente, giunto ormai alla quarta edizione. Dedicato alla "green economy", propone un ampio ventaglio di appuntamenti: conferenze, dibattiti, mercatini di artigianato con prodotti a chilometro 0, biologici ed equo-solidali. La manifestazione è attenta anche al mondo degli insegnanti e dei ragazzi, grazie alla Kids-Walking, una passeggiata rivolta ai più giovani, alla Festa della Scuola e al Villaggio della Prevenzione, organizzato in collaborazione con l'ASL. Infine, si terrà anche una "stracittadina" solidale, la Strasolidale.

17 e 21 MAGGIO

Conferenze a Torino

Torino - www.planetarioditorino.it
www.accademiadellescienze.it

Maggio propone due interessanti appuntamenti a Torino: dal ciclo di conferenze organizzato da Infini.To, *News dall'universo*, il 17 maggio, dalle 18,30, si terrà l'incontro dal titolo "Dall'intuizione di Dirac alla rivelazione dell'antimateria nell'Universo", relatori Paolo Gambino e Antonaldo Diaferio (Università degli Studi di Torino), presso il Museo dell'Astronomia e dello Spazio, Planetario di Torinorinnova. Il 21 maggio, invece, a partire dalle 17,30 avrà luogo l'incontro "La chimica insegue la natura: quali prospettive per la fotosintesi artificiale?" di Elio Guamello (Università di Torino), presso la Sala dei Mappamondi dell'Accademia delle Scienze.

8 E 9 MAGGIO

XVII Scienza Under 18

Milano - http://milano.scienzaunder18.net

Ritorna la manifestazione dedicata all'educazione scientifica, pensata per coinvolgere insegnanti e studenti, ma aperta a tutta la cittadinanza. Le iniziative, progettate e realizzate da oltre 50 classi elementari, medie e superiori di Milano e Provincia, verranno presentate nei chiostri dell'Università statale in via Festa del Perdono. Comprenderanno progetti scientifici (laboratori, ricerca, formazione, giornalismo e tanto altro), exhibit interattivi, mostre di fotografia scientifica e molto altro. L'Università offrirà attività di laboratorio e saranno possibili anche visite guidate all'Acquario civico.

19-24 MAGGIO 2014

LA SCELTA DI BBC SCIENCE

La bufala è servita:
tra scienza e pseudoscienza

Numerose città italiane: per informazioni scrivere a:
italiaunitaxlascienza@live.com oppure
consultare il sito www.italiaxlascienza.it

SI TRATTA DI UNA MANIFESTAZIONE ideata e promossa da numerose associazioni, tra le quali Italia Unita Per La Scienza, Città della Scienza e Pro-Test Italia. Il tema principale è il conflitto tra scienza e pseudoscienza: disinformazione, degrado culturale, superficialità, sensazionalismi contribuiscono infatti a gettare fumo negli occhi e rendere confuso il confine tra realtà e "bufale".

Diverse città italiane (Milano, Bergamo, Novara, Pavia, Aosta, Torino, Parma, Genova, Trieste, Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Salerno, Bari, Cagliari e altre ancora) organizzeranno ciascuna un evento (conferenze, incontri in libreria o altro) e sceglieranno uno o due argomenti da approfondire. È prevista l'organizzazione di un flash-mob di manifestanti in camice per sabato 20, seguito da una fiaccolata simbolica.

LIBRI
LE RECENSIONI DEL MESE

Riscrivere la genesi
Alla ricerca della formula matematica della creazione

David Jou
Castelvecchi, 255 pp., 19,50 euro

Professore ordinario di fisica presso l'Universitat Autònoma di Barcellona e autore di numerosi saggi, David Jou si occupa questa volta dei legami tra scienza, fisica, mitologia e religione, affrontando sette diversi modi con i quali, nel tempo, è stata spiegata l'origine dell'Universo e confrontandoli con vari aspetti della cosmologia contemporanea.

Il saggio diventa quindi divulgazione, ma anche un viaggio nella storia, con lo sguardo puntato, però, verso il futuro che ci aspetta.

Nel primo capitolo si affronta "Il caos primordiale", tra il racconto della Genesi e le fluttuazioni del vuoto quantistico; nel secondo, "Lo splendore della geometria", si spazia dal Timeo di Platone alle dimensioni occulte delle superstringhe. In "Le ombre della caduta" si va dalla gnosi alle "simmetrie spezzate" della fisica. Il capitolo "Il codice segreto" affronta la cabala ebraica e i valori numerici delle costanti che permettono lo sviluppo della vita (per esempio, il quoziente tra la forza elettrica di repulsione tra due protoni e la loro attrazione gravitazionale).

"L'attrazione del centro" affronta i Principia di Newton e la formazione delle galassie, mentre "Le dimensioni cosmiche della vita" parte dalla teoria darwiniana per discutere delle origini della vita stessa. "L'espansione e l'oscurità" spiega poi la cosmologia di Einstein e il dinamismo dello Spazio (la sua espansione, le onde gravitazionali e così via).

La conclusione, infine, ipotizza il possibile destino del nostro Universo, anche alla luce del comportamento (spesso indiscriminato) dell'uomo e delle sue conseguenze nei confronti della Terra: il pericolo derivato dall'uso di armi nucleari e biologiche, dalla violenza, dal consumismo sfrenato, fino alla possibilità – remota, ma teoricamente reale – di provocare noi stessi un nuovo Big Bang.

David Jou affronta quindi temi difficili, che toccano la sensibilità profonda di ognuno di noi, muovendosi con abilità e delicatezza, ma senza in definitiva "addolcire la pillola", in un libro chiaro e particolarmente variegato.

La roulette genetica
La verità sugli OGM

Un film di Jeffrey M. Smith
Cinehollywood, 14,99 euro

"Siamo tutti parte di un enorme, incontrollato esperimento" è l'inquietante affermazione del dottor Laurence A. Plumlee, dell'EPA (l'Environmental Protection Agency americana), che campeggia sulla custodia del dvd di *La roulette genetica – La verità sugli OGM*. È lecito davvero preoccuparsi, quando si parla di ingegneria genetica applicata all'agricoltura, all'allevamento, all'alimentazione? Si tratta di inutili allarmismi, di disfattismi da parte di retrogradi avversari del progresso scientifico, di "faide" tra studiosi rivali? Oppure c'è davvero qualcosa che non va in tutto questo?

Vincitore di numerosi premi (Film dell'anno per Solari Report e Top Transformational Film del 2012 per AwareGuide), *La roulette genetica* potrebbe ricordare la moda dei film-documentario come quelli di Michael Moore o l'interessante *Super Size Me* di Morgan Spurlock, che pure aveva a che fare con l'alimentazione (legata, in quel caso, alle "cattive abitudini" da fast-food). Il regista, Smith, solleva il velo su una realtà scottante: la crescita, tra la popolazione americana, delle stesse patologie riscontrate nel bestiame che si nutre di cibi OGM, e il miglioramento della salute sia nelle persone sia negli animali che, invece, cambiano alimentazione in favore di una priva di OGM. Il docufilm si occupa poi, in particolare, del pericolo per la salute dei bambini e dell'imprudente consenso dato dal governo americano alle multinazionali che hanno iniziato a sfruttare indiscriminatamente gli OGM senza adeguate verifiche e sperimentazioni. Il sito di Smith è http://seedsofdeception.com/

Le cellule della speranza
Il caso Stamina tra inganno e scienza

Mauro Capocci e Gilberto Corbellini (a cura di)
Codice edizioni, 192 pp., 13,00 euro

Quest'opera rappresenta un'analisi senza mezzi termini della difficile situazione culturale italiana, a partire dal dibattito sul metodo Stamina e il ruolo che vi hanno giocato governo e media, nonché gli interessi economici che lo circondano; un caso finito sui giornali, in televisione e perfino davanti alle telecamere di trasmissioni come *Le Iene*, e che ha avuto ampia risonanza a livello internazionale. "La vicenda Stamina chiama in causa un diffuso e specifico analfabetismo scientifico, particolarmente grave in Italia: un analfabetismo che non riguarda tanto la carenza di nozioni scientifiche, quanto piuttosto una radicata ignoranza e fraintesa comprensione del metodo scientifico... attraverso cui, quindi, si possono stabilire anche la sicurezza e l'efficacia di un trattamento medico". Lo sguardo si focalizza anche sulla situazione dei malati e delle loro famiglie e sullo stato della ricerca in Italia e all'estero. Il volume contiene contributi scritti da diversi autori, che analizzano i vari aspetti di una vicenda complessa e spesso anche drammatica. Interessanti anche due cronologie, una dedicata al caso Stamina e aggiornata fino all'inizio di gennaio 2014, l'altra alle tappe della ricerca sulle staminali.

Il migliore dei mondi possibili
Matematica e destino

Ivar Ekeland
Bollati Boringhieri, 298 pp., 13,00 euro

La copertina del saggio recita "L'affascinante ricerca, tra biologia, matematica, fisica ed economia, di una ragione semplice e universale che spieghi perché il mondo è così com'è". Senza dubbio una sfida ambiziosa, capace di ingolosire i curiosi, ma anche assai ardua, per Ivar Ekeland, docente e vincitore di numerosi premi grazie alle sue opere di divulgazione scientifica, diverse delle quali sono già state pubblicate in Italia. *Il migliore dei mondi possibili* prende il titolo da una ormai proverbiale definizione di Leibniz, un'affermazione a volte contestata, a volte oggetto di ironia, a volte difesa. Ekeland si propone di tracciare la storia delle opinioni filosofiche che, nel tempo, si sono succedute e sommate per sostenere questa credenza. Specificando però che "tale tradizione non pretende che questo mondo sia buono o che l'esistenza sia desiderabile, ma sostiene che non si poteva fare di meglio". Lungo la lettura si incontrano i nomi di molti pensatori e scienziati celebri, da Galileo a Occam, da Fermat a Darwin e così via, e il testo risulta quantomai ricco di prospettive, curiosità, spunti di riflessione, spaziando tra diverse discipline, con lucidità ma anche con un atteggiamento positivo.

Sportivi ad alta tecnologia
La scienza che aiuta a costruire i campioni

Nunzio Lanotte, Sophie Lem
Zanichelli, 200 pp., 12,90 euro

Un nuovo, agile volumetto della collana "Chiavi di lettura" Zanichelli, questa volta dedicato a un argomento spesso agli onori della cronaca, soprattutto in un Paese come l'Italia, particolarmente attento all'ambito sportivo. Nel testo si analizza l'apporto che le conquiste scientifiche e le tecnologie più avanzate possono fornire agli atleti moderni, soprattutto per quanto riguarda le discipline più famose: calcio, ciclismo, sci e nuoto, a ciascuno dei quali è dedicata una sezione del libro. Ma qual è il confine tra lecito e illecito, in questi casi? Quello che conta è la bravura degli atleti, la loro dedizione, gli allenamenti, oppure la possibilità di investire denaro nella ricerca? Non manca un interessante "sguardo allo sport di domani" e alla possibilità, per esempio, di impiantare dispositivi elettronici direttamente sotto la pelle – come chiunque di noi ha visto accadere nei film di fantascienza – o di sfruttare le nanotecnologie anche in campo sportivo. Chiude il testo una sezione di curiosità dedicate a "9 miti da sfatare", per rispondere a domande più o meno insolite che spesso ci si pone in merito a prestazioni atletiche ed episodi documentati.

SOLUZIONI

BILANCIA
Un quadrato = quattro cerchi

FRECCETTE
4 - 7 - 18

INTRUSIONI RIVELATRICI
1. Glassa 2. Salumi

SOLUZIONE:
La Sfinge
Cambio di consonante:
AGGETTIVO - VIAGGETTO

SUDOKU

7	4	6	5	3	2	1	9	8
9	5	3	8	7	1	6	2	4
2	1	8	6	4	9	5	7	3
6	3	2	4	5	8	9	1	7
5	9	1	3	2	7	4	8	6
8	7	4	1	9	6	2	3	5
4	2	7	9	6	3	8	5	1
3	8	5	2	1	4	7	6	9
1	6	9	7	8	5	3	4	2

CRUCI-SCIENCE

S	U	M	O	■	C	O	U	L	O	M	B	A
A	F	A	■	T	E	N	D	E	N	Z	A	H
O	■	N	E	R	E	I	D	E	■	R	I	■
S	A	L	T	A	T	A	■	D	B	B	R	E
S	A	O	L	A	■	T	E	A	■	A	G	O
■	■	■	■	A	R	A	■	A	M	O	■	S
P	R	E	C	O	N	E	V	E	■	T	I	R
A	N	N	O	■	F	A	■	B	A	R	A	T
T	I	■	L	O	N	O	I	S	E	T	T	E
■	P	E	R	A	M	A	S	T	I	A	■	N
O	D	I

Soluzione: Fermi

SETTIMANA SUDOKU
A SOLO €1,00
TUTTI I VENERDÌ IN EDICOLA

HOLLYWOOD SCIENCE

Attenzione! Contiene anticipazioni sulle trame dei film

LEI

Nell'ultimo film di Spike Jonze, *Lei* (titolo originale, *Her*) il protagonista, fresco di divorzio, sedotto da una voce incorporea (nella realtà, quella di Scarlett Johansson), si innamora del sistema operativo (OS) del proprio computer. Uomo e macchina flirtano, arrivano addirittura a fare sesso, benché virtualmente. Gli "oggettofili", effettivamente, esistono: persone che sviluppano rapporti di natura emotiva con oggetti inanimati.
Nel 2007 un'americana "sposò" la Torre Eiffel e nel 2010 un coreano confessò la devozione, durata tutta la vita, per un cuscino. La sessuologa statunitense Amy Marsh la definisce "una vera e propria inclinazione sessuale, per quanto rara". Molti arrivano a convincersi che i propri sentimenti siano contraccambiati. Se ci si dovesse innamorare di un sistema operativo, sarebbe meglio che avesse caratteristiche umane: arguto, sensibile e senza ombra di virus.

La tecnologia esiste già: i computer sono in grado di riconoscere il linguaggio umano e di rispondere più o meno a tono. Se chiediamo a Siri, l'assistente virtuale di Apple, qual è la capitale della Lituania, ci dirà che è Vilnius. Altri sistemi sembrano ancora più efficienti: alcuni, addirittura, hanno rudimenti di "analisi emozionale" e riescono, per esempio, a riconoscere il sarcasmo. Uno in particolare, progettato da Graeme Ritchie dell'Università di Aberdeen, sa perfino raccontare barzellette, seguendo istruzioni preimpostate. Certo, fa battute del tipo, "Qual è il colmo per un botanico? Far ridere un salice piangente": non un campione di ilarità, dunque.

"Se ci si dovesse innamorare di un sistema operativo, sarebbe meglio che avesse caratteristiche umane: arguto, sensibile e senza virus"

Per essere del tutto simili agli umani, però, i computer devono essere in grado di riconoscere stimoli emotivi e di rispondere adeguatamente. "Molti dei componenti necessari per riuscirvi esistono già", dice l'esperto informatico Peter Robinson dell'Università di Cambridge, "ma il livello non è avanzato come nel film". Robinson, per esempio, ha ideato una macchina che sa leggere le espressioni facciali e la gestualità corporea e interpretare il tono e i contenuti dei dialoghi per valutare lo stato emotivo di una persona, con una precisione del 70 per cento: pari, dunque, alla sensibilità di molti umani... Lo studioso sta ora tentando di programmare anche reazioni emotivamente adeguate. Nel frattempo, avverte Robinson, ci capita già di intrattenere quotidianamente rapporti con i computer. "Google analizza le nostre email e le nostre abitudini in rete: sa moltissime cose su ciascuno di noi, e le usa per fare pubblicità mirata", dice l'esperto.

"Intratteniamo già 'relazioni' con i sistemi operativi, anche se di tipo cognitivo piuttosto che emotivo".

HELEN PILCHER è un'umorista e autrice scientifica

ILLUSTRAZIONE: JAMES FENWICK

IL NUMERO DI GIUGNO ESCE IL 20 MAGGIO

BBC SCIENCE WORLD

2014 - Mensile - 3,90 euro - www.bbcscience.it

BBC Science UK
Editor - **Graham Southorn**
Deputy Editor - **Andy Ridgway**
Art Editor - **Steve Sayers**
Publisher - **Andrew Davies**
Managing Director - **Andy Marshall**
Editorial Director - **Nicholas Brett**
Chairman - **Peter Phippen**
International Partners Manager - **Anna Brown**

Realizzazione editoriale della versione italiana:
a cura di **Giuseppe Brillante**
giuseppebrillante@bbcscience.it
Studio Editoriale Brillante S.r.l. - redazione@bbcscience.it
Principali collaboratori: Claudia Reali, Sara Benatti
Hanno collaborato: Giorgio Manzi, Marco Merola, Claudia Cherici, Daniele A. Gewurz, Francesca Sangiorgi

Direttore Responsabile: **Luca Sprea** direttore@bbcscience.it
Supervisor grafico: **Riccardo Reccagni**
Impaginazione: Marcella Gavinelli
Segretaria di redazione: Laura Alessandroni
Fotografie: Fotolia, Canstock, Wikimedia Commons, iStock, NASA
Contenuti su licenza **BBC Focus Science - Bristol Magazines Limited - London (UK)**
BBC Science is published by Sprea International under license from Bristol Magazines Limited, a wholly owned subsidiary of BBC Worldwide Limited. © Bristol Magazines Limited 2011. The BBC logo is a trade mark of the British Broadcasting Corporation and is used under licence. All rights reserved. Reproduction in whole or part prohibited without permission.
Pubblicità: Stefano Lisi - stefanolisi@sprea.it - tel. 3356287262

Abbonamenti: si sottoscrivono in 2 minuti con 2 click via web.
Trova l'offerta speciale di questo mese all'indirizzo:
www.myabb.it/bbcscience oppure abbonamenti@myabb.it;
puoi anche abbonarti via fax 02 700537672, per telefono 02 87158225 dal lunedì al venerdì dalle ore 9 alle ore 18. Il costo massimo della telefonata da linea fissa è pari a una normale chiamata su rete nazionale in Italia.
Da telefono cellulare dipenda dal piano tariffario in uso.
Arretrati: si acquistano online www.spreastore.it/bbcscience
Per informazioni: arretrati@bbcscience.it oppure fax 02 700537672
Stampa: Arti Grafiche Boccia S.p.A. - Salerno

Sprea International S.r.l.
Socio Unico Sprea Holding S.p.A.
Sede operativa: Via Torino, 51 20063 Cernusco sul Naviglio (Mi)
Tel. 02924321 - Fax. 0292432236 - www.sprea.it - info@sprea.it
Amministrazione: Anna Nese - amministrazione@sprea.it
Foreign Rights: Gabriella Re - gabriellare@sprea.it
Marketing: Walter Longo - marketing@sprea.it
Distributore per l'Italia e per l'estero: Press-Di Distribuzione Stampa e Multimedia S.r.l. - 20134 Milano

BBC SCIENCE WORLD: Pubblicazione mensile registrata al Tribunale di Milano il 03-12-2010 con il numero 649. Tariffa R.O.C. - Poste Italiane Spa - Sped. In Abb. Post. D.L. 353/2003 (conv. In L. 27.02.2004, n.46) Art. 1, comma 1, S/NA. ISSN:2281-714X
Copyright Sprea International S.r.l. La Sprea International è titolare esclusiva della testata BBC Science Italia e di tutti i diritti di pubblicazione e diffusione in Italia. I contenuti sono adattati e tradotti su licenza della pubblicazione: BBC Focus - London (UK). L'utilizzo da parte di terzi di testi, fotografie e disegni, anche parziale, è vietato. L'Editore si dichiara pienamente disponibile a valutare - e se del caso regolare - le eventuali spettanze di terzi per la pubblicazione di immagini di cui non sia stato eventualmente possibile reperire la fonte. Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali (Codice Privacy d.lgs. 196/03) Nel vigore del D.Lgs 196/03 il Titolare del trattamento dei dati personali, ex art. 28 D.Lgs. 196/03, è Sprea International Srl (di seguito anche "Sprea"), con sede legale in Cremona, via Gramsci, 17. La stessa La informa che i Suoi dati, eventualmente da Lei trasmessi alla Sprea, verranno raccolti, trattati e conservati nel rispetto del decreto legislativo ora enunciato anche per attività connesse all'azienda. La avvisiamo, inoltre, che i Suoi dati potranno essere comunicati e/o trattati (sempre nel rispetto della legge), anche all'estero, da società e/o persone che prestano servizi in favore della Sprea. In ogni momento Lei potrà chiedere la modifica, la correzione e/o la cancellazione dei Suoi dati ovvero esercitare tutti i diritti previsti dagli artt. 7 e ss. del D.Lgs. 196/03 mediante comunicazione scritta alla Sprea e/o direttamente al personale Incaricato preposto al trattamento dei dati. La lettura della presente informativa deve intendersi quale presa visione dell'Informativa ex art. 13 D.Lgs. 196/03 e l'invio dei Suoi dati personali alla Sprea varrà quale consenso espresso al trattamento dei dati personali secondo quanto sopra specificato. L'invio di materiale (testi, fotografie, disegni, etc.) alla Sprea International Srl deve intendersi quale espressa autorizzazione alla loro libera utilizzazione da parte di Sprea International Srl per qualsiasi fine e a titolo gratuito, e comunque, a titolo di esempio, alla pubblicazione gratuita su qualsiasi supporto cartaceo e non, su qualsiasi pubblicazione (anche non della Sprea International Srl), in qualsiasi canale di vendita e Paese del mondo. Il materiale inviato alla redazione non potrà essere restituito.

SCATTO
CAMERA BAG HOLSTER
It's time to travel!

SCATTO CAMERA BAG HOLSTER
PER FASHION BLOGGER

Un mix di design, stile e funzionalità, Scatto è una borsa "top-loading", dedicata alle blogger che "scattano" in ogni situazione. Iper-accessoriata e modulabile, grazie al vano interno estraibile, ha spazio per tutto ciò che ti serve per essere connessa al tuo universo social.

for Reflex
REMOVABLE PROTECTION DIVIDER

TUCANO
TECH & STYLE MILANO
tucano.com

D5300

I AM SHARING MY VIEW

I AM NIKON D5300

Sono la musa ispiratrice della tua creatività. Sono la prima reflex Nikon dotata di GPS incorporato e modulo **Wi-Fi* integrato** per condividere le tue emozioni con chiunque e in ogni situazione. Posso registrare filmati in Full HD e, grazie al mio monitor ad angolazione variabile, sarà facile scattare con nuove e inesplorate prospettive di ripresa. Grazie ad un sensore di immagine da 24 milioni di pixel, una gamma ISO estendibile fino a 12.800 e 39 punti di messa a fuoco, ti garantisco immagini di qualità superiore. Posso esaltare la tua fantasia e stimolare la vena artistica con numerose funzioni di ritocco on camera pre e post scatto. Vieni a scoprirmi su **nikonreflex.it**

*È necessario scaricare la Wireless Mobile Utility è compatibile con smart device iOS™ e Android™. È possibile scaricarla gratuitamente sullo smart device da Google Play™ e Apple App Store™

4 ANNI GARANZIA

NITAL CARD assicura 4 anni di garanzia e assistenza più accurata con ricambi originali. Infoline 199.124.172. Per estendere la garanzia a 4 anni è necessario registrare il prodotto via web alle condizioni riportate all'interno della confezione o su **www.nital.it**

At the heart of the image

Nikon